



HAL
open science

Dysconnexions et récupération des processus langagiers post-AVC

Hedwige Poucin de Wouilt

► **To cite this version:**

Hedwige Poucin de Wouilt. Dysconnexions et récupération des processus langagiers post-AVC. Sciences cognitives. 2020. dumas-03086678

HAL Id: dumas-03086678

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03086678>

Submitted on 22 Dec 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Année universitaire 2019-2020

COLLEGE SCIENCES DE LA SANTE
Centre de Formation Universitaire d'Orthophonie

Mémoire (U.E. 7.5) pour l'obtention du

CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPHONISTE

Grade Master

Présenté et soutenu en juin 2020

par Hedwige **POUCIN** de **WOUILT**

née le 21/12/1988 à Château Gontier

Dysconnexions et récupération des processus langagiers post-AVC

Sous la direction de :
Bertrand GLIZE
Mélanie ENGELHARDT

Membres du jury :

Isabelle de GABORY, Orthophoniste, Bordeaux

Grégoire PYTHON, Logopédiste, Genève

Année universitaire 2019-2020

COLLEGE SCIENCES DE LA SANTE
Centre de Formation Universitaire d'Orthophonie

Mémoire (U.E. 7.5) pour l'obtention du

CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPHONISTE
Grade Master

Présenté et soutenu en juin 2020

par Hedwige **POUCIN** de **WOUILT**

née le 21/12/1988 à Château Gontier

**Dysconnexions et récupération
des processus langagiers post-AVC**

Sous la direction de :
Bertrand GLIZE
Mélanie ENGELHARDT

Membres du jury :

Isabelle de GABORY, Orthophoniste, Bordeaux

Grégoire PYTHON, Logopédiste, Genève

Titre : Dysconnexions et récupération des processus langagiers post-AVC

Résumé : La prévention et la prise en charge de l'AVC sont des enjeux de santé publique. L'étude pronostique de récupération de l'aphasie post-AVC est donc un sujet crucial. Trouver les marqueurs pronostiques permettrait : d'adapter les objectifs, méthodes thérapeutiques et aides concrètes pour le patient, ainsi que d'apporter de nouvelles informations pour les avancées de la recherche. Ce travail se propose d'étudier la récupération des troubles phasiques en fonction des dysconnexions de substance blanche pour chacun des processus langagiers. Cette étude se base sur une cohorte de 35 patients présentant des troubles phasiques post-AVC. Nous avons observé les propriétés lésionnelles et les dysconnexions visibles sur les IRM structurelles obtenues en phase aigüe en les associant à l'évolution des processus langagiers évalués par la batterie BESTA, en phase aigüe et à un an de l'AVC. Nous n'avons pas mis en évidence que les dysconnexions de substance blanche soient des facteurs de récupération des troubles phasiques. Néanmoins, nous avons retrouvé des liens entre des lésions de certains faisceaux de substance blanche et certains processus langagiers concordant avec des modèles de connectivité anatomo-fonctionnelle du langage. La prise en compte des zones préservées fonctionnellement reliées à la zone lésée par les faisceaux déconnectés permettrait de compléter cette recherche.

Mots clés : dysconnexion de substance blanche – aphasie – AVC - récupération – pronostic

Title: Dysconnexions and recovering language processes after stroke

Abstract: Stroke prevention and management are an important public health issues. Predicting recovery from post-stroke aphasia is therefore critical. Identify the best predictors would permit to: adapt the objectives, treatments and assistance for people with aphasia, as well as bring new information for beter comprehension of language networks reorganization. This study tried to identify the contribution of dysconnexions of white matter to the prognosis of aphasia recovery and each language features. This study included 35 people with aphasia following stroke. We mapped brain lesions on MRI, normalized them and measured dysconnexion maps. These measures were compared to the changes in aphasia severity between acute phase and one year post-stroke, as well as changes in language subscores of a new language assessment tool, the BESTA, adapted to the early phase. Disconnectome maps were not associated with these changes. However, taking into account disconnections of white matter pathways, we found that several pathways were associated with changes in language features when disconnected. These associations were in line with previous results of the language networks that include ventral and dorsal pathways. Taking into account brain areas connected but still speared could be the next step to improve the prognosis of aphasia recovery.

Keywords: dysconnexions of white matter – aphasia – stroke – recovering - prognostic

Nombre de pages : 59. Nombre de références : 66

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier particulièrement toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire :

Les membres du jury pour leur lecture et leur appréciation de ce travail,

Le docteur Bertrand Glize et Madame Mélanie Engelhardt, orthophoniste, directeur et co-directeur de mémoire pour leur disponibilité, leur encadrement et également leur aide technique sur les logiciels de recherche. Merci de m'avoir accompagnée dans ce travail.

Madame Amandine Chanaud, orthophoniste, de m'avoir permis d'utiliser sa batterie d'évaluation de l'aphasie et d'avoir accepté la mise de quelques extraits dans ce mémoire.

Les patients pour tout le temps consacré à l'étude, pour leur patience lors des bilans.

Florane et Marie avec lesquelles j'ai partagé les séances de bilan, les attachés de recherche clinique pour leur accueil et leur aide.

Les professionnels médicaux et paramédicaux du secteur libéral ou hospitalier qui ont contribué généreusement à ma formation et donné le goût à la neurologie.

Mes chères collègues de promotion, Claire et Agnès du club des « reconverties ». Merci pour tous ces bons fou-rires et beaux échanges qui ont accompagné ces 5 années bordelaises.

Mes amis qui m'ont épaulée pour ce mémoire et cette reprise d'études. Un clin d'œil particulier à toute la famille Cardinaud, hors pair, Edouard, Connie et Charles pour leur indéfectible soutien, Camille, Thésou, Victoria, Clo, Bab et Inès pour les excellents moments partagés et enfin Lisa pour sa fidèle amitié.

Mes parents, frères, sœur et neveux pour leur joie, soutien et encouragements.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	3
TABLE DES TABLEAUX.....	5
TABLE DES FIGURES.....	5
TABLE DES ANNEXES.....	5
INTRODUCTION	6
PARTIE THEORIQUE	7
1- AVC	7
2- Nouvelle conception neuro-anatomique de l'aphasie.....	8
3- Connectomique	9
4- Connectome et langage.....	11
5- Mécanismes de récupération de l'aphasie.....	14
6- Facteurs prédictifs de récupération de l'aphasie	15
MATERIEL ET METHODES	19
1- Problématique.....	19
2- Schéma d'étude et population	20
RESULTATS.....	28
1- Résultats obtenus sur les imageries	28
2- Résultats obtenus pour les différents processus langagiers	30
a- Association des résultats linguistiques et lésionnels	31
DISCUSSION	34
1- Liens entre dysconnexions et processus langagiers.....	34
2- Biais et limites de l'étude	37
3- Apports.....	38
4- Perspectives.....	38
CONCLUSION	40
BIBLIOGRAPHIE.....	41
ANNEXES.....	50

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Tableau descriptif de la population étudiée	22
Tableau 2 : Récapitulatif de la procédure	22
Tableau 3 : Zones de substance grise majoritairement lésées (plus de 11 patients)	28
Tableau 4 : Faisceaux de substance blanche les plus souvent déconnectés (plus de 20 patients)	29
Tableau 5: Scores obtenus pour chaque processus langagier à T0, T1, et entre T0 et T1	31
Tableau 6 : Liens mis en évidence entre dysconnexions et récupération	32
Tableau 7 : Liens mis en évidence entre dysconnexions et habiletés langagières	33

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Modèle revisité de connectivité anatomo-fonctionnelle du langage (Duffau, 2014a)	13
Figure 2 : Figure récapitulative des variables influençant la récupération de l'aphasie (Kiran & Thompson, 2019).....	15
Figure 3 : Diagramme de flux de la population	21
Figure 4 : Zones lésionnelles superposées	28
Figure 5 : Faisceaux lésionnels superposés	29
Figure 6: Clusters utilisés pour analyse AnaCOM2 intégrant les lésions des patients pour le langage automatique	30
Figure 7: Clusters utilisés pour analyse AnaCOM2 intégrant les dysconnectomes des patients pour la compréhension.....	30
Figure 8: Projections corticales des faisceaux de substance blanche étudiés. (de Rojkova et al 2015) 35	
Figure 9: Réseau issu de tâches de liste de mot impliquant l'articulation et les réseaux moteurs. (de Hesling et al., 2019).....	35
Figure 1 : Modèle revisité de connectivité anatomo-fonctionnelle du langage (Duffau, 2014a)	37
Figure 10 : Effets dus à la lésion, à une déconnexion ou à une perturbation à distance de zones fonctionnellement lésées. La forme pleine schématise une lésion temporaire ou une lésion de dysconnexion (droite). Celle contourée uniquement schématise la perturbation d'une zone saine fonctionnellement reliée.....	39
Figure 11: Adapté de Hartwingsen & Saur 2019, implication des zones à distance, non lésées mais dont le fonctionnement pourrait être perturbé du fait de connexions fonctionnelles à celles-ci, et potentiel concernant la récupération et les traitements par neuromodulation.	40

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : Grille NIHSS (National Institute of Health Stroke Score).....	50
Annexe 2 : Feuilles de passation LAST a et b.....	51
Annexe 3 : Extraits recueil passation BESTA : épreuves sélectionnées.....	54

INTRODUCTION

Avec 150000 cas par an, l'accident vasculaire cérébral représente en France la deuxième cause de décès et la première cause de handicap causé par les séquelles post-AVC (DGOS, 2019). La prévention et la prise en charge de l'AVC sont de ce fait des enjeux de santé publique. Parmi les séquelles de l'AVC, on retrouve en premier lieu l'hémiplégie et l'aphasie.

L'aphasie post-AVC survient dans environ un tiers des cas. Elle a une incidence à long terme sur la qualité de vie, la vie sociale et professionnelle. (Manning et al., 2019)

L'étude pronostique de récupération de l'aphasie post-AVC est donc un sujet crucial.

Trouver les marqueurs pronostiques permettrait (G. Herbet et al., 2015) (Saur et al., 2010) :

- D'adapter les objectifs, méthodes thérapeutiques et aides concrètes pour le patient,
- D'apporter de nouvelles informations pour les avancées de la recherche.

Parmi les facteurs prédictifs de récupération, l'étude de la littérature rapporte l'intérêt d'étudier la récupération en fonction des différents processus langagiers (Glize et al., 2017), notamment par la prise en compte des variables d'imagerie (Han et al., 2013) (Hillis et al., 2018) (Meier et al., 2019). Les études actuelles suivent d'ailleurs de plus en plus le schéma connectomique, prenant en compte à la fois la localisation corticale lésionnelle et la déconnexion des faisceaux.

Le manque d'étude longitudinale de la récupération de l'aphasie post-AVC dans la littérature nous a poussés à nous interroger sur l'impact des lésions sur la récupération des différents processus langagiers de la phase aiguë à la phase chronique.

A partir de l'évaluation du langage à la phase aiguë puis à 12 mois sur une population de 35 patients associée à des IRM structurelles obtenues en phase aiguë, nous avons cherché le lien entre volume, localisation et dysconnexion des zones lésées et la récupération des processus langagiers à la phase aiguë et à 12 mois de l'AVC.

Nous aborderons dans un premier temps l'organisation neuro-anatomique du cerveau et du langage. Dans un deuxième temps, nous présenterons la partie pratique qui met en lien les évaluations langagières aux différents temps avec les données lésionnelles.

PARTIE THEORIQUE

1- AVC

a) Mécanismes

L'AVC (Inserm, s. d.) résulte de l'obstruction ou de la rupture d'un vaisseau causant une souffrance cérébrale pouvant aller jusqu'au décès.

L'AVC ischémique représente environ 80 % des AVC. Il correspond à l'obstruction d'un vaisseau. Il peut être consécutif à une fibrillation atriale, rupture d'athérome, maladie des petites artères ou à d'autres causes.

L'AVC hémorragique représente environ 20 % des AVC et résulte de la rupture d'une artère. Il est souvent consécutif à une rupture d'anévrisme.

Parmi les conséquences des AVC, les troubles du langage au premier rang desquels on note l'aphasie représentent entre 20 à 30 % des patients. (Pedersen et al., 2004) (Lazar et al., 2008)

b) Aphasie définition et type de troubles

Elle est définie (Leloup G. Chomel-Guillaume S., 2010) comme « l'ensemble des troubles de la communication par le langage secondaires à des lésions cérébrales acquises entraînant une rupture du code linguistique. Elle se manifeste par une altération à des degrés divers de l'expression ou de la compréhension dans les modalités orale et/ou écrite. [...] Selon les aires lésées et le type d'aphasie, les déficits peuvent concerner différents niveaux de langage : lexical, sémantique, phonologique, morpho-syntaxique, pragmatique. »

Ainsi, on peut retrouver des phénomènes d'anomie ou manque du mot, de déformations (phonétiques, phonémiques, verbales voire de néologisme ou jargon), des perturbations syntaxiques (dyssyntaxie, agrammatisme) et des anomalies de la fluence (logopénie, mutisme, stéréotypie, palilalie, écholalie et persévération). (Leloup G. Chomel-Guillaume S., 2010)

L'aphasie a des conséquences désastreuses pour le patient et sa famille, et ce symptôme est celui qui impacte le plus la qualité de vie des patients, plus encore que des pathologies telles que la maladie d'Alzheimer ou le cancer. (Lam & Wodchis, 2010)

2- Nouvelle conception neuro-anatomique de l'aphasie

La conception actuelle de l'aphasie découle de l'évolution des connaissances sur la neuro-anatomie du langage.

a) Vers une conception connexionniste

Depuis le début des recherches neuro-anatomiques sur l'organisation du langage, différentes conceptions se sont succédées.

Au XIX^{ème} siècle, Paul Broca puis Carl Wernicke associent une fonction à une zone. Cette vision s'inscrit dans le courant localisationniste.

Ils retiennent alors deux zones spécifiquement dédiées au langage. L'aire de Broca, située au tiers de la troisième circonvolution frontale est décrite comme « siège du langage articulé » ou « centre des images motrices des sons ». L'aire de Wernicke, située dans la partie postérieure de la première circonvolution temporale est appelée « centre sensoriel du langage, contenant l'image auditive des mots ». (Sylvie Moritz-Gasser, & Hugues Duffau, 2018) Dans ce courant, l'aphasie est définie par un trouble consécutif à une lésion dans ces zones.

Plus tard, Ludwing Lichteim (1885) puis Norman Gershwind (1965) s'inscrivent dans le courant associationniste en renforçant la notion de « voies d'association » entre les zones. (Sylvie Moritz-Gasser, & Hugues Duffau, 2018)

Pour Lichteim, les aires de Broca et de Wernicke sont connectées par un « centre conceptuel » sémantique. (Saur et al., 2008)

Dans ce sens, l'aphasie n'est plus perçue uniquement comme la conséquence lésionnelle d'une zone spécifique.

Enfin, Marsel Mésulam quitte l'idée de connexions séquentielles et hiérarchiques pour aller dans le sens de connexions plus complexes. Il suggère l'idée d'un traitement parallèle et bidirectionnel sous-tendant notamment la mémoire, l'attention et le langage. (Catani & Ffytche, 2005)

Il ouvre ainsi la porte au connexionnisme actuel et à une nouvelle approche de l'aphasie.

b) Connexionnisme

Dans le schéma connectomique, la fonction n'est pas régie uniquement par une zone corticale mais par tout un système de faisceaux qui connectent les zones corticales les unes aux autres. (Duffau, 2014b)

Le trouble fonctionnel n'est donc pas toujours lié à une localisation corticale précise. Il peut être lié à une déconnexion du faisceau. (Hugues Duffau, 2014a)

De plus, la préservation des faisceaux de substance blanche semble être cruciale pour compenser la lésion corticale par la plasticité cérébrale. (Ius et al., 2011) (G. Herbert et al., 2015)

Ainsi, l'étude des faisceaux de substance blanche, plus que l'étude uniquement topologique devient essentielle. Elle permet d'évaluer la contribution fonctionnelle des différents faisceaux dans les troubles (G. Herbert et al., 2015) comme l'aphasie.

3- Connectomique

a) Définition

L'importance démontrée des connexions cérébrales a amené le besoin de les cartographier sur une matrice de connexions : le « connectome ». C'est ainsi que naît la « connectomique ».

Le connectome structurel décrit l'organisation des voies du réseau d'axones.

Le connectome fonctionnel est la cartographie de l'activité synchronisée de ces groupes d'axones. (*Connectome cérébral humain – Groupe d'imagerie neurofonctionnelle (GIN-IMN)*, s. d.)

La connectomique se confronte à deux difficultés majeures :

- La complexité du réseau qui interconnecte un très grand nombre d'éléments hétérogènes. (Sporns et al., 2005)
- La variabilité inter-individuelle et les évolutions du connectome au cours de la vie chez l'individu. (Sporns et al., 2005) (Kiran & Thompson, 2019)

b) Techniques de cartographie

Les premières cartographies du connectome structurel ont été faites par dissection anatomiques post-mortem des faisceaux de substance blanche. La dissection est à nouveau pratiquée en prenant en compte les faisceaux en interconnexion avec le cortex. (Hugues Duffau, 2014a)

Aujourd'hui, l'imagerie par tenseur de diffusion (DTI) ou tractographie permet le reflet indirect des faisceaux de substance blanche. Elle se base sur « l'anisotropie » : orientation préférentielle des mouvements de diffusion des molécules du cerveau. Ainsi, elle retrace la diffusion des molécules d'eau contrainte dans son mouvement par les faisceaux d'axone. (Leloup G. Chomel-Guillaume S., 2010) (Baumann et al., 2010)

Le connectome fonctionnel est étudié notamment par électro-stimulations axonales directes sur cerveau éveillé. Cette méthode offre la possibilité de créer des lésions virtuelles précises et transitoires offrant de précieuses informations anatomo-fonctionnelles. (Duffau, 2014b).

L'IRM de fonctionnelle apporte également des connaissances fonctionnelles « in vivo » par mesure du flux sanguin lié à l'activité neuronale. (Andreelli & Mosbah, 2014)

L'association des techniques d'analyse structurelles et fonctionnelles est possible. Elle permet à la connectomique d'accroître ses connaissances anatomo-fonctionnelles. (Sporns et al., 2005)

4- Connectome et langage

a) Organisation générale du connectome

Dans son article de synthèse, Hugues Duffau résume les connaissances actuelles générales sur le connectome cérébral avec une organisation horizontale cortico-corticale sous-tendue par des fibres en « U », courtes, de part et d'autre d'un sillon ainsi que des faisceaux d'association constitués de fibres longues (connexions inter et intra-hémisphériques).

Il existe également une « connectivité verticale cortico-sous-corticale » sous-tendue par des fibres de projection se terminant dans les noyaux gris centraux ou dans la moelle épinière. (Hugues Duffau, 2014a)

b) Réseaux linguistiques

Sur la base anatomique des faisceaux d'association (Hickok & Poeppel, 2004), il est retenu deux voies temporo-frontales sous-tendant manifestement l'organisation langagière. Il s'agit des voies dorsales et ventrales en lien avec les réseaux impliqués dans l'attention. (Brownsett et al., 2014)

- La voie dorsale phonémique

Tracée par les faisceaux longitudinal supérieur (FLS) et arqué (AF), elle joue un rôle dans le traitement phonologique. (Vigneau et al., 2006) (Maldonado et al., 2011) (Geemen et al., 2014).

Elle traite les phonèmes et les syllabes sans emprunter le système sémantique. (Leloup G. Chomel-Guillaume S., 2010) Elle est impliquée dans la répétition. (Saur et al., 2008)

Pour ce qui est de la compréhension des structures grammaticales complexes, elle calcule les dépendances hiérarchiques. (Saur et al., 2008)

Ces résultats sont congruents avec les localisations corticales impliquées dans le traitement de la phrase ou du mot qui ont amené à l'élaboration de 2 templates d'imagerie. (Labache et al., 2019) (Hesling et al., 2019)

Elle intervient également dans la mentalisation et l'empathie (Guillaume Herbet et al., 2014) et la cognition spatiale. (Schotten et al., 2005)

- La voie ventrale sémantique

Elle est sous-tendue (Mandonnet et al., 2007) par le faisceau occipito-frontal inférieur (IFOF) (voie directe) et par les faisceaux longitudinal inférieur (FLI), unciné (FU) et longitudinal moyen (FLM) (voie indirecte).

Elle intervient dans le traitement sémantique multimodal verbal et non verbal. (Moritz-Gasser et al., 2013).

Elle joue également un rôle dans la compréhension de phrases significatives (à opposer aux pseudo-phrases qui sont dépourvues de sens) par l'analyse sémantique des structures grammaticales. (Saur et al., 2008)

L'atteinte combinée de ces deux voies impacte négativement la récupération de l'aphasie, indépendamment de la taille de la lésion. (Rosso et al., 2015)

On retrouve ces deux voies dans le schéma suivant qui synthétise la connectivité du langage.

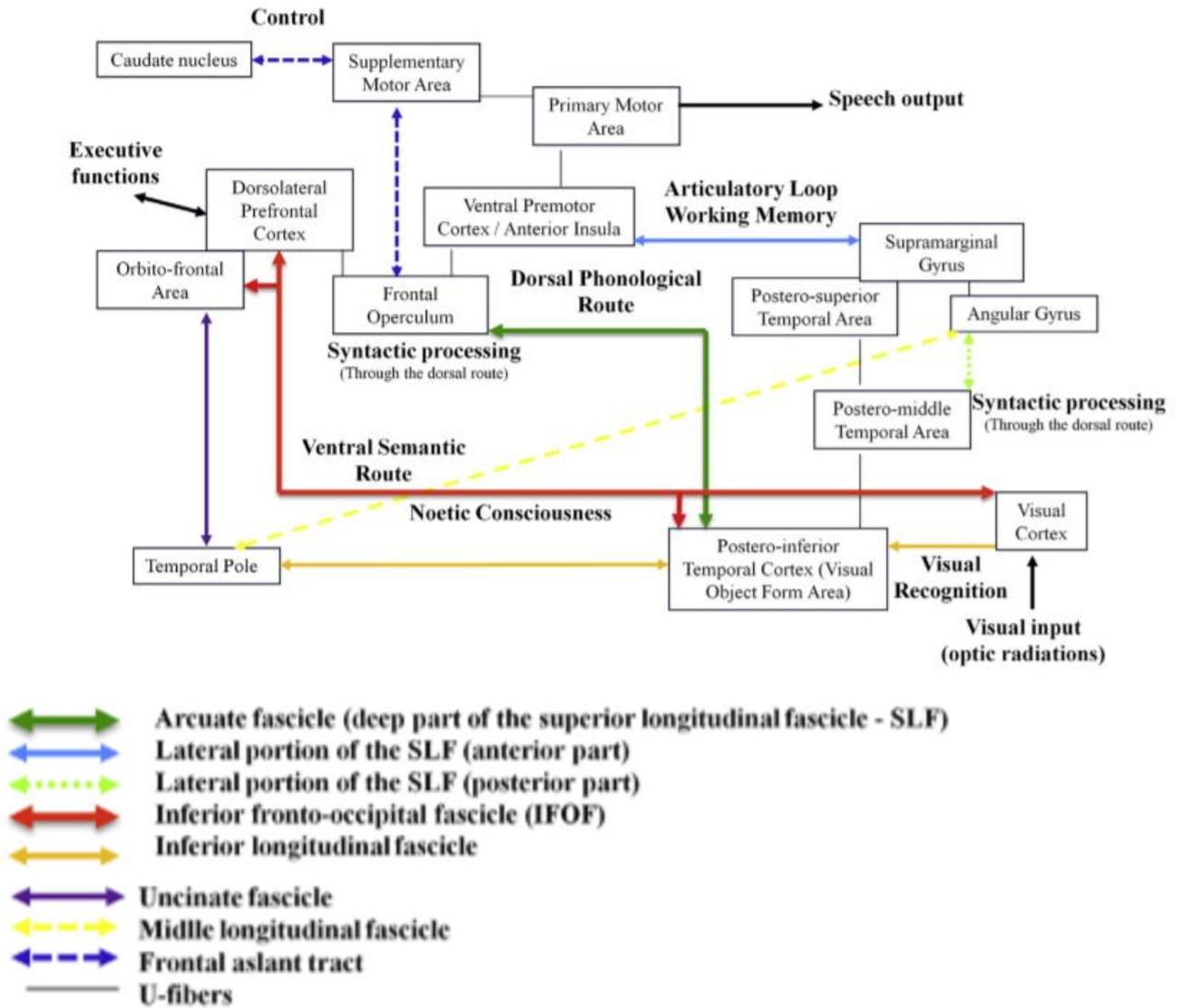


Figure 1 : Modèle révisé de connectivité anatomo-fonctionnelle du langage (Duffau, 2014a)

5- Mécanismes de récupération de l'aphasie

Pour ce qui est de la période post-AVC, on distingue en général la phase aiguë, allant jusqu'à 6 mois, de la phase chronique s'étendant au-delà de 6 mois. (HAS, 2012) (Hartwigsen & Saur, 2019)

a) Phase aiguë

Un des mécanismes importants observé est **la reperfusion de la pénombre**. Le flux sanguin est rétabli dans les tissus hypo-perfusés par l'AVC, retrouvant alors leur fonctionnalité. (Hillis et al., 2006)

La **résolution du diaschisis** est également un mécanisme de récupération. Ce phénomène est à mettre en lien avec le connectome cérébral. Il s'agit du rétablissement d'une fonction initialement perdue et pourtant anatomiquement éloignée de la zone lésée. (Price et al., 2001) (Leloup G. Chomel-Guillaume S., 2010)

b) Phase chronique

Une réorganisation du cerveau s'effectue pour contourner les zones lésées et compenser les déficits de façon autonome. Cette compétence de réorganisation est soutenue par le phénomène de plasticité. (Hugues Duffau, 2016)

Ainsi, la plasticité permet **le recrutement d'autres zones ou réseaux** préservés par la « réorganisation au sein de systèmes par procuration » (Hartwigsen & Saur, 2019). En effet, Luria décrit la notion de redondance, (Luria, 1980) c'est-à-dire la capacité, pour une structure donnée, de remplir différentes fonctions.

Parmi ces zones recrutées, on retrouve les réseaux frontaux (Brownsett et al., 2014), l'hémisphère droit notamment le cortex temporal droit et d'autres zones préalablement impliquées ou non dans le langage (Leloup G. Chomel-Guillaume S., 2010)

Ces mécanismes de récupération étant très liés à l'organisation cérébrale en réseaux, la connectomique amène à une meilleure compréhension des facteurs de récupération.

6- Facteurs prédictifs de récupération de l'aphasie

Les études retrouvent divers facteurs prédictifs de récupération de l'aphasie post-AVC. Cependant, elles offrent des réponses parfois divergentes.

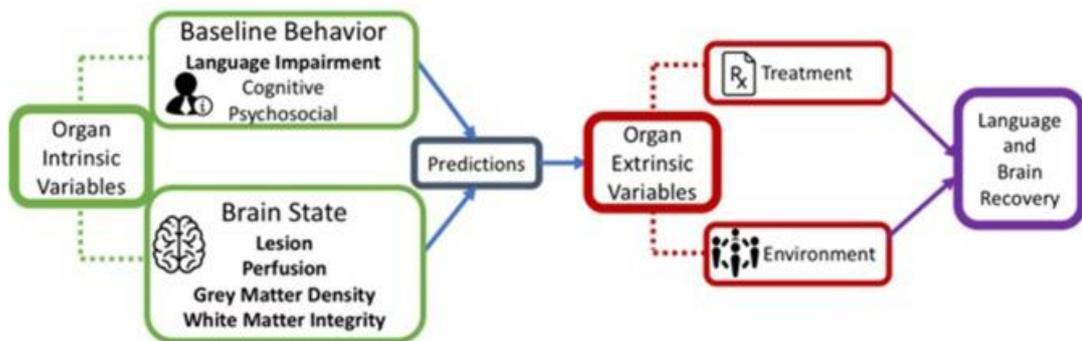


Figure 2 : Figure récapitulative des variables influençant la récupération de l'aphasie (Kiran & Thompson, 2019)

a) Facteurs environnementaux et liés à l'individu

- Facteurs extrinsèques environnementaux

Les thérapies orthophoniques ont démontré leur efficacité dans la récupération de l'aphasie (Brady et al., 2016), notamment en s'appuyant sur les critères d'intensivité et de fréquence (Bhogal et al., 2003) (Brady et al., 2016). L'effet bénéfique est retrouvé en phase précoce, avec une intervention orthophonique quotidienne dans les 10 premiers jours post-AVC (Godecke et al., 2012), et en phase chronique (Breitenstein et al., 2017).

A notre connaissance, les **facteurs psycho-sociaux** comme les activités sociales ou professionnelles et le système de soutien sont peu étudiés.

- Facteurs intrinsèques liés à l'individu

L'**âge** du patient n'est pas toujours retrouvé comme influençant la récupération. En effet, alors que les travaux de El Hachioui et al. affirment son influence (Hachioui et al., 2013),

d'autres travaux ne retrouvent pas ce même facteur prédictif. (Pedersen et al., 1995) (Pedersen et al., 2004)

Dans une récente méta-analyse, l'âge apparaît seulement corrélé au type d'aphasie ou à la sévérité initiale de l'AVC, mais n'influencerait pas les capacités de récupération à pattern ou sévérité égale. (Ellis & Urban, 2016)

L'étude de Basso et al. retrouve le **sexe** comme prédicteur avec une meilleure récupération chez les femmes que chez les hommes. (Basso et al., 1982)

D'autres études ne notent pas cette incidence. (Pedersen et al., 1995) (Pedersen et al., 2004) (Hachioui et al., 2013)

La **latéralité** est retrouvée comme impactant peu la récupération. (Pedersen et al., 1995)

Le lien entre la récupération et le **niveau d'éducation** ne fait pas consensus. L'étude de El Hachioui et al. note cependant son influence. (Hachioui et al., 2013)

b) Facteurs intrinsèques liés à la lésion et à ses troubles

Selon Hachioui et al. 2013, la récupération de l'aphasie est influencée par :

- La **sévérité initiale de l'aphasie**, et plus précisément les perturbations phonologiques retrouvées en tâche de répétition de mots (Glize et al., 2017) (Tábuas-Pereira et al., 2020), lecture à haute voix, discrimination, appariement phonème-graphème et conscience phonologique. On retrouve également ce facteur de sévérité initiale de l'aphasie chez Pedersen et al. en 2004. (Pedersen et al., 2004)
Par ailleurs, les troubles sévères de la compréhension péjorent la récupération (Mazaux et al. 2007).
- **L'état de dépendance initial**, évalué avec l'indice de Barthel ;
- Le **sous-type d'AVC**, le pronostic de récupération de l'aphasie étant positivement corrélé avec les AVC hémorragiques.

Pedersen et al. 2015 retrouvent une corrélation entre la récupération de l'aphasie et le **score initial de sévérité de l'AVC**, évalué avec la Scandinavian Stroke Scale (équivalent du NIHSS).

Pour Forkel et al. 2014, **la taille de la lésion** influence négativement le pronostic de récupération. La **localisation lésionnelle sur la substance blanche** serait cependant un facteur plus pertinent (Rosso et al., 2015) et **l'intégrité des faisceaux de substance blanche** semble être un facteur important dans la prédiction de la récupération de l'aphasie (Hope et al., 2016).

De nombreuses études ont étudié la « charge de la lésion » sur les faisceaux de substance blanche. De nouvelles recherches raisonnent non en termes de volume lésionnel mais en termes de mesure de déconnexion (Hope et al., 2016). Ces différents travaux ont permis d'établir des liens avec plus de précision entre les faisceaux de substance blanche et le langage mais également entre ces faisceaux et le pronostic de récupération.

➔ *Liens entre faisceaux et langage*

Au-delà les liens généraux entre les voies dorsale et ventrale et le langage précédemment décrits, plusieurs études établissent une relation :

- Entre le faisceau arqué et la fluidité de parole (Marchina Sarah et al., 2011) (Hope et al., 2016),
- Entre faisceau longitudinal supérieur et la dénomination (Han et al., 2013 cité par Kiran & Thompson, 2019).
- Entre le faisceau unciné et la dénomination (Han et al., 2013) mais les résultats d'étude ne font pas consensus (Marchina Sarah et al., 2011) (Hope et al., 2016)

Etant donné les liens entre faisceaux et langage, l'intégrité de la substance blanche peut être un éloquent facteur de récupération de l'aphasie.

➔ *Liens entre faisceaux et récupération*

Hillis et al. notent que l'intégrité des faisceaux latéral supérieur et arqué (c'est-à-dire de la voie dorsale) ainsi que du gyrus temporal supérieur est un facteur positif de récupération de l'aphasie en dénomination. (Hillis et al., 2018)

Une autre étude note également l'intégrité des faisceaux longitudinal inférieur (FLI) et occipito-frontal inférieur (FOFI) c'est-à-dire l'intégrité de la voie ventrale sémantique comme facteur positif de récupération globale, sans pouvoir distinguer les processus langagiers sous-jacents. Ce lien est établi indépendamment du volume de la lésion. (Meier et al., 2019)

Enfin, l'atteinte combinée des voies ventrales et dorsales impacte négativement la récupération de l'aphasie, indépendamment de la taille de la lésion. (Rosso et al., 2015)

Les travaux traitant des relations entre dysconnexions structurelles et récupération des déficits langagiers restent peu nombreux et sont donc une piste intéressante pour comprendre les facteurs de récupération de l'aphasie.

MATERIEL ET METHODES

1- Problématique

Dans un précédent mémoire, (Mallier, 2019) Florane Mallier a exploré les zones cérébrales potentiellement associées à une bonne récupération à 3 mois de l'AVC, ainsi que les zones associées à la récupération des processus langagiers indépendants (dénomination, compréhension, etc.). Cette recherche a échoué à trouver des aires cérébrales lésées précises associées à cette récupération. En effet, l'organisation du réseau nécessite de prendre en compte les différentes connexions cortico-corticales et les faisceaux de substance blanche. Ainsi, dans ce précédent mémoire, seulement les zones lésées étaient prises en compte.

Au vu de l'importance des réseaux de substance blanche et des dysconnexions qui peuvent résulter à la suite de leur lésion, il apparaît essentiel de les intégrer dans l'analyse de la prédiction de la récupération.

Dans ce mémoire, nous allons tenter d'explorer si de tels phénomènes de dysconnexion peuvent prédire la récupération de l'aphasie et/ou des processus langagiers, en prenant en compte les lésions de ces faisceaux de substance blanche. Nous allons explorer à la fois la sévérité finale, mais aussi la récupération sur le plan longitudinal, en prenant en compte aussi la sévérité initiale.

Nous faisons l'hypothèse qu'il existerait une association entre une mauvaise récupération de l'aphasie et la lésion de certains faisceaux de substance blanche, et que ces faisceaux pourraient être différemment impliqués en fonction des tâches linguistiques explorées (e.g. voie phonologique versus voie sémantique).

2- Schéma d'étude et population

a) Population

Cette étude s'intéresse à la population admise à l'Unité Neuro-Vasculaire (UNV) ou Unité de Soins Intensifs Neuro-Vasculaires (USINV) du CHU de l'hôpital Pellegrin répondant aux critères suivants :

→ Critères d'inclusion

- Age \geq 18 ans.
- Consentement éclairé signé par le patient ou par son représentant
- Score NIHSS item 8 « langage » $>$ 0 (aphasique) et score LAST $<$ 15
- Score NIHSS item 1a « niveau de conscience » = 0 (normal)
- Langue maternelle française
- Bénéficiaire d'un régime de sécurité sociale

→ Critères de non-inclusion

- Démence connue
- Antécédents d'AVC
- Pathologie psychiatrique connue
- Surdité non appareillée
- D ficiency sensorielle perturbant les bilans de langage
- Grossesse connue
- Curatelle ou tutelle

→ Critères de sortie d'étude

- Baisse de la vigilance : Score NIHSS item 1a « niveau de conscience » $>$ 0
- Non concordance entre les scores NIHSS item « langage » et LAST
- Abandon de l'étude par le patient

b) Recrutement

L'étude est proposée systématiquement aux patients dans les cinq jours suivant leur AVC lorsqu'ils répondent aux critères d'inclusion. Pour inclure le patient dans l'étude, le médecin vérifie que les scores NIHSS sont compatibles avec les critères d'inclusion. L'orthophoniste fait également passer le LAST- a pour détecter un trouble aphasique.

Si le patient accepte, l'inclusion est possible après signature du consentement éclairé. Lorsque les capacités de compréhension du patient sont altérées ou lorsque la signature manuelle est impossible, un représentant du patient peut signer le consentement. Une signature du patient sera demandée lorsqu'il lui sera possible.

c) Description de l'échantillon

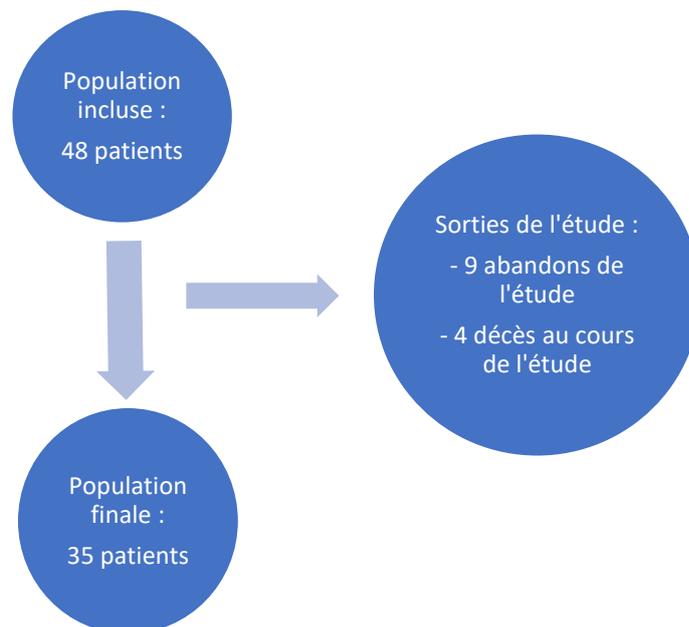


Figure 3 : Diagramme de flux de la population

Nombre de patients	35
Sexe	
Hommes	23
Femmes	12
Sous-type d'AVC	
Hémorragique	6
Ischémique	29
Age	
Age moyen	67,8
Age médian	72
Ecart-type	12,9
Latéralité	
Droite	32
Gauche	3

Tableau 1 : Tableau descriptif de la population étudiée

d) Présentation du protocole de l'étude

Au cours de l'étude, l'évaluation de l'aphasie se déroule en deux temps : à T0 (au moment de l'inclusion) ; et à T1 (1 an post-AVC).

A T0, le bilan s'effectue au chevet du patient. Les évaluations à T1 s'effectuent dans un bureau de l'USN Tastet-Girard, sur le site hospitalier de Bordeaux après convocation du patient.

L'ordre de passation des épreuves du LAST et de la BESTA est déterminé après randomisation.

	T0	T1
Signature du consentement	+	
IRM	+	
LAST – a	+	
LAST – b		+
BESTA	+	+
ASRS	+	+

Tableau 2 : Récapitulatif de la procédure

Les images de l'IRM sont récupérées dans le dossier médical du patient via le logiciel DxCare. L'extension des fichiers est transformée par le logiciel SPM12. Le contour de la lésion est ensuite tracé séquence par séquence sur MRICron sur les acquisitions T2* ou axiales diffusion (cf. ci-dessous, partie analyse d'imagerie). Le tracé est contrôlé par un médecin MPR.

e) Matériel

Tests utilisés

- **Le LAST (The Language Screening Test)**

Le LAST, disponible en annexe 2, est un outil pour évaluer la gravité de l'aphasie post-AVC. Il est utilisable à la phase aiguë. La passation du test est simple et rapide. Elle teste les deux versants langagiers (expression et compréhension). (Flamand-Roze et al., 2011)

Il est déterminant pour l'inclusion des patients dans l'étude à la phase aiguë.

Deux versions du LAST (LAST- a et LAST- b) sont utilisées pour limiter l'effet « re-test » chez le patient.

- **La BESTA (Batterie d'Evaluation Simplifiée de l'Aphasie)**

La BESTA, dont les extraits sont disponibles en annexe 4, est une batterie récente, non encore éditée. Elle évalue les troubles phasiques sur les deux versants langagiers ainsi que les transcodages et les transpositions. Elle teste les modalités orales et écrites.

Cette batterie a été conçue pour être moins coûteuse pour le patient que la passation de batteries actuellement utilisées comme la BDAE (Boston Diagnostic Aphasia Examination), ce qui explique le choix de ce test comme base pour ce mémoire de recherche.

Pour ce travail, seul le langage oral est étudié à travers les épreuves suivantes :

- Entretien initial. Compréhension /10 points et Expression /10 points
- Automatismes verbaux / 17 points
- Dénomination orale sur objets réels et d'images /21 points

- Désignation sur objets réels et images /16 points
- Exécution d'ordres oraux / 6 points
- Répétition / 12 points

- **L'ASRS (Aphasia Severity Rating Scale)**

Le score ASRS est obtenu à partir des épreuves de conversation et de langage spontané de la BDAE.(Goodglass, 1982)

Cette échelle de sévérité est cotée de 0 à 5.

0 - Aucune expression intelligible et aucune compréhension possible

1- Communication par expressions très fragmentaires, nécessitant de la part de l'auditeur beaucoup de déductions, de questions et d'attention. Peu d'informations peuvent être échangées et c'est l'auditeur qui mène la conversation.

2 - Une conversation sur des sujets familiers et concrets est possible avec l'aide de l'auditeur. Le malade est souvent incapable de se faire comprendre, mais il participe au déroulement de la conversation.

3 - Pratiquement tous les sujets courants peuvent être discutés avec peu ou pas d'aide de l'auditeur. Cependant, les troubles de l'expression et/ou de la compréhension rendent difficile ou impossible la conversation sur certains sujets.

4 - Diminution manifeste de la fluence verbale ou de la facilité et de la rapidité de compréhension, sans limitation significative de l'expression ou de la communication.

5 - Handicap linguistique à peine perceptible, ou seulement ressenti par le malade, sans que l'auditeur puisse l'objectiver

Score issu du dossier médical

- **Le NIHSS (National Institute of Health Stroke Score)**

Il permet une analyse quantitative des déficits neurologiques. La passation est rapide (moins de 10 minutes) et le test a une bonne reproductibilité. (Pelissier, 2010)

Analyse des lésions

- **IRM anatomique**

Une IRM anatomique est systématiquement réalisée au cours des premiers jours suivant l'AVC. Nous recueillons les données de l'imagerie dans le dossier médical du patient afin de mettre en relation la lésion et les faisceaux impactés.

Les appareils IRM utilisés au CHU de Pellegrin ont une intensité de champ magnétique comprise entre 1.5 et 3 Teslas. Les imageries sont pondérées en T2*, FLAIR (Fluid Attenuated Inverse Recovery) et DWI (diffusion-weighted imaging).

Pour notre étude, nous travaillons sur les séquences axiales diffusion pour les AVC ischémiques et les séquences T2* pour les AVC hémorragiques.

Les imageries sont anonymisées.

- **Logiciels**

Le logiciel **MRicron** téléchargé gratuitement (*NITRC: MRicron: Tool/Resource Info, s. d.*) est conçu pour établir des corrélations anatomo-fonctionnelles.

Il est utilisé dans ce mémoire de recherche pour délimiter manuellement la lésion alors appelée « région d'intérêt » (ROI). Le logiciel obtient les paramètres volumétriques et de localisation de la lésion.

Le logiciel **SPM** (Statistical Parametric Mapping) (*Introduction to Statistical Parametric Mapping, s. d.*) est utilisé pour une normalisation de l'imagerie cérébrale. L'image est étirée et déformée spatialement pour correspondre à un espace cérébral standard (espace MNI 152, gold standard international). Cette déformation selon des calculs statistiques basés sur l'analyse des tissus cérébraux permet une analyse comparable de tous les cerveaux quand ceux-ci présentent des variations interindividuelles majeures en termes de volume et forme. Cette déformation tient compte de la lésion, ne modifiant pas sa taille proportionnelle ou sa localisation.

Afin d'estimer les dysconnexions des faisceaux de substance blanche, nous avons utilisé le masque de ces lésions normalisées dans une analyse utilisant le logiciel **Tractotron** (<http://toolkit.bcblab.com>). Ce logiciel utilise des atlas des voies de la substance blanche récemment publiés dans le référentiel d'atlas MNI152 (Montreal Neurological Institute) pour déterminer le modèle de dysconnexion induit par une lésion au niveau individuel (pour voir l'intégralité des faisceaux, voir : (Rojkova et al., 2016). Pour une lésion donnée, Tractotron fournit une probabilité et une proportion de dysconnexion pour presque toutes les voies connues (Foulon et al., 2018). Les patients avec une probabilité de déconnexion supérieure à 50% (0,5) sont généralement considérés comme déconnectés. Au-dessus d'une probabilité de déconnexion de 50%, le faisceau est plus susceptible d'être déconnecté que de ne pas l'être.

Le logiciel Disconnectome map obtient, en « format image », les dysconnexions significatives. A partir des dysconnexions et des aires lésées répertoriées par les différents logiciels décrits ci-dessus, le logiciel **Anacom 2** permet d'obtenir l'association statistique significative entre les zones lésées, les dysconnexions et les résultats des différents processus langagiers, comparativement à des sujets sains. (<http://toolkit.bcblab.com/>). Ainsi, la méthode détaillée d'Anacom 2 est la suivante : La cartographie des disconnectomes-symptomes a été évaluée à l'aide d'AnaCOM2 dans le cadre de BCBtoolkit (Foulon et al., 2018). AnaCOM2 est une approche lésionnelle basée sur des clusters permettant d'identifier les localisations de lésions cérébrales associées à un déficit donné, c'est-à-dire les régions critiques pour une fonction donnée. Par rapport au VLSM standard (Bates et al., 2003), AnaCOM2 regroupe les voxels avec la même distribution des scores neuropsychologiques en cluster de voxels. De plus, AnaCOM2 effectue des comparaisons entre les patients et les contrôles ou données normatives dans un premier temps afin d'éviter une réduction drastique de la puissance statistique lorsque deux zones ou plus qui ne se chevauchent pas sont responsables de la réduction des performances des patients (Kinkingnéhun et al., 2007). AnaCOM2 permet d'aboutir à une carte statistique révélant pour chaque cluster l'importance d'un déficit à une tâche donnée, par rapport aux témoins ou à la norme. Les valeurs de P sont corrigées avec une correction Bonferroni-Holm pour plusieurs comparaisons.

f) Analyse des données

Tout d'abord, nous avons utilisé des tests univariés non paramétriques (Mann-Whitney) afin d'explorer l'association entre la dysconnexion d'un faisceau et les résultats des processus langagiers à 1 an ou la différence entre les résultats initiaux et à un an (afin d'explorer spécifiquement la récupération et non la sévérité finale). De plus, pour chaque lésion, mais aussi pour chaque dysconnectome map (cf. ci-dessus), nous avons réalisé une analyse automatisée via le logiciel anacom 2 (cf. infra).

RESULTATS

1- Résultats obtenus sur les imageries

a) Superposition des lésions

La figure ci-dessous est une superposition des zones lésionnelles à partir des imageries cérébrales des 35 patients. Ces zones lésionnelles sont centrées majoritairement en zone péri-sylvienne comme on peut le voir par les zones bleu clair.

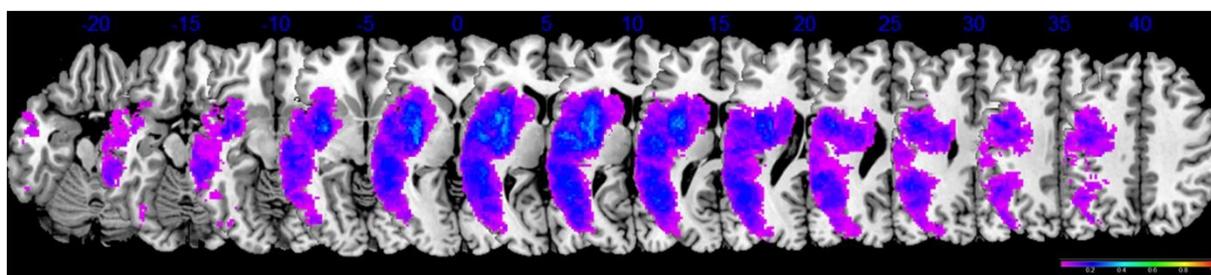


Figure 4 : Zones lésionnelles superposées

Ainsi, on note que les zones de substance grise lésées chez la plupart des patients étaient à gauche au niveau des régions répertoriées sur le tableau ci-dessous.

Principales zones lésées	Nombre de patients
Putamen	16
Insula	14
Gyrus de Heschel	14
Zone rolandique de la partie operculaire	14
Zone du gyrus frontal inférieur de la partie operculaire	12
Gyrus temporal supérieur	13
Gyrus pré et post-central	12
Gyrus temporal moyen	12
Gyrus supramarginal, angulaire et pallidum	11

Tableau 3 : Zones de substance grise majoritairement lésées (plus de 11 patients)

Cette même superposition est présentée ci-dessous en prenant en compte les faisceaux lésionnels de substance blanche.

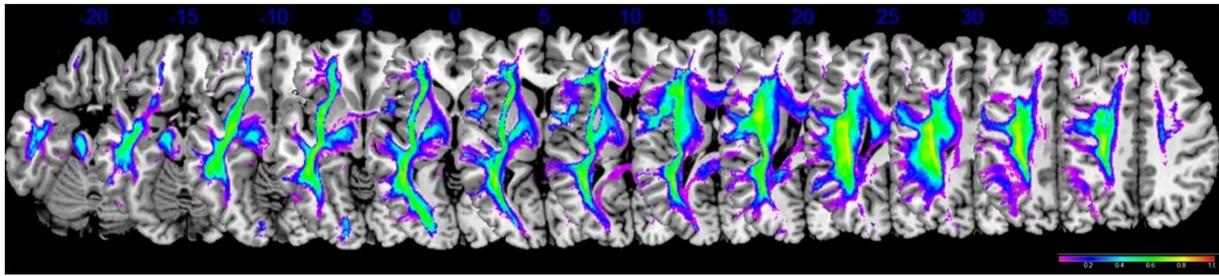


Figure 5 : Faisceaux lésionnels superposés

Le tableau ci-dessous regroupe les faisceaux majoritairement déconnectés chez la population étudiée.

Principaux faisceaux déconnectés	Nombre de patients
Faisceau cortico-spinal gauche	30
Segment longitudinal gauche	30
Faisceau arqué antérieur gauche	30
Capsule interne gauche	29
Radiations optiques gauches	28
Faisceau longitudinal inférieur gauche	28
Segment arqué postérieur gauche	28
Faisceau occipito-frontal inférieur gauche	28
Faisceau cortico-ponto-cérébelleux gauche	27
Faisceau uciné gauche	26
Commissure antérieur gauche	26
Fornix gauche	26
Corps calleux gauche	23

Tableau 4 : Faisceaux de substance blanche les plus souvent déconnectés (plus de 20 patients)

b) Analyses ANACOM2

Nous avons réalisé des analyses en utilisant le logiciel ANACOM 2. Nous avons utilisé soit la cartographie de la lésion, soit le dysconnectome, pour chaque patient. Les résultats ne

montrent aucune association entre la sévérité de l'aphasie ou la sévérité des processus langagiers à T1 et les lésions ou les dysconnectomes en prenant en compte les corrections statistiques de Bonferroni-Holm. Ci-dessous est présenté un exemple de clusters utilisés dans les analyses utilisant les cartographies de lésion ou les dysconnectomes.

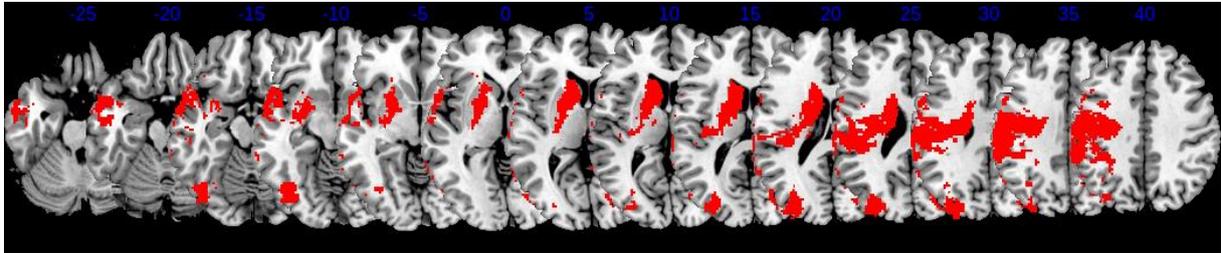


Figure 6: Clusters utilisés pour analyse AnaCOM2 intégrant les lésions des patients pour le langage automatique

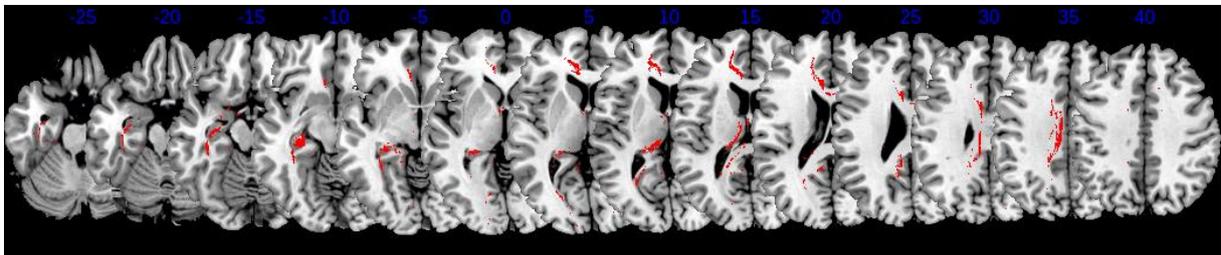


Figure 7: Clusters utilisés pour analyse AnaCOM2 intégrant les dysconnectomes des patients pour la compréhension

Considérant les faisceaux de substance blanche et leur dysconnexion, les analyses univariées retrouvent des associations entre certaines tâches / processus langagiers et des dysconnexions. Ces résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

2- Résultats obtenus pour les différents processus langagiers

Tous les processus langagiers sont améliorés entre T1 et T0, l'amélioration la plus importante étant relevée en dénomination.

Epreuves	Moyenne (écart-type)
Entretien initial	
T0	7,37 (3,23)
T1	9,09 (2,08)
Δ de récupération (T1-T0)	1,71 (2,80)
Automatismes verbaux	
T0	12,80 (6,28)
T1	16,63 (1,44)
Δ de récupération (T1-T0)	3,87 (6,00)
Dénomination	
T0	11,49 (7,55)
T1	19,34 (3,30)
Δ de récupération (T1-T0)	7,86 (7,10)
Compréhension	
T0	29,63 (9,20)
T1	24,89 (5,58)
Δ de récupération (T1-T0)	4,74 (6,22)
Répétition	
T0	6,66 (4,40)
T1	9,71 (2,57)
Δ de récupération (T1-T0)	4,06 (4,80)
Score ASRS	
T0	1,91 (1,20)
T1	4,00 (1,28)
Δ de récupération (T1-T0)	2,14 (1,38)

Tableau 5: Scores obtenus pour chaque processus langagier à T0, T1, et entre T0 et T1

a- Association des résultats linguistiques et lésionnels

Les liens d'association des résultats linguistiques et lésionnels mis en évidence sont détaillés dans le tableau 6, dont la légende se trouve ci-dessous.

Faisceaux	Résultats
 Faisceaux de la voie ventrale	 Voie ventrale : résultats congruents
 Faisceaux de la voie dorsale	 Voie dorsale : résultats congruents
 Faisceaux liés aux processus automatiques	 Processus automatiques : résultats congruents
	 Résultats semblant atypiques de prime abord

	ASRS à T0	Compréhension à T1	Δ de récupération compréhension	Conversation à T1	Δ de récupération conversation	Δ de récupération dénomination	Δ de récupération répétition	Δ de récupération langage automatique
Faisceaux d'association antéro-postérieurs								
SLF I gauche	ns	ns	0.016	ns	0.010			
Faisceau arqué antérieur gauche	ns	ns	ns	ns	ns	0.041	0.019	ns
Cingulaire antérieur gauche	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0.007
FOFI gauche	ns	0.020	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Radiations optiques	ns	ns	ns	0.020	ns	ns	ns	ns
Fibres en U (faisceaux cortico-corticaux proches frontaux)								
Faisceau fronto-insulaire gauche (3)	ns	ns	ns	ns	0.028	ns	ns	ns
Faisceau fronto-insulaire gauche (4)	ns	ns	ns	ns	0.040	ns	ns	ns
Faisceau fronto-insulaire gauche (5)	ns	ns	ns	ns	0.027	ns	ns	ns
Fibres en U inférieures gauches de la main	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0.011	ns
Faisceaux d'association postéro-postérieurs								
Faisceau arqué postérieur gauche	ns	0.039	ns	0.047	ns	ns	ns	ns
Faisceaux interhémisphériques								
Fornix	ns	ns	0.020	ns	ns	ns	ns	ns
Commissure antérieure	0.043	ns	0.036	ns	ns	ns	ns	ns
Corps calleux - projections frontales	ns	ns	ns	ns	0.042	ns	ns	ns

Tableau 6 : Liens mis en évidence entre dysconnexions et récupération

	Compréhension : syntaxe et sémantique	Conversation : syntaxe et sémantique	Dénomination : phonologie et sémantique	Répétition : phonologie	Langage automatique
Faisceaux d'association antéropostérieurs					
SLF I gauche					
Faisceau arqué antérieur gauche			X	X	
Cingulaire antérieur gauche					X
FOFI gauche	X				
Radiations optiques		X			
Fibres en U (faisceaux cortico-corticaux proches frontaux)					
Faisceau fronto-insulaire gauche (3)		X			
Faisceau fronto-insulaire gauche (4)		X			
Faisceau fronto-insulaire gauche (5)		X			
Fibres en U inférieures gauches de la main				X	
Faisceaux d'association postéro-postérieurs					
Faisceau arqué postérieur gauche	X	X			
Faisceaux interhémisphériques					
Fornix	X				
Commissure antérieure	X				
Corps calleux - projections frontales		X			

Tableau 7 : Liens mis en évidence entre dysconnexions et habiletés langagières

DISCUSSION

1- Liens entre dysconnexions et processus langagiers

a) L'absence d'un lien évident entre dysconnexions des faisceaux et récupération

Une recherche d'association entre les zones lésées et la récupération des processus langagiers avait déjà été conduite précédemment sans obtenir de résultats probants (Mallier, 2019). C'est pourquoi nous avons dans ce travail, ajouté la variable liée au connectome.

L'étude présente visait à explorer la récupération de l'aphasie et voir si une analyse des dysconnexions permettait de prédire la récupération du langage ou l'évolution des habiletés langagières à 1 an. Les principaux résultats de notre étude retrouvent une absence d'association entre des cartographies de dysconnexion et la prédiction de la récupération de l'aphasie ou de l'évolution des différents éléments linguistiques comme l'avait démontré l'équipe de Hope et al. en 2018 (Hope et al., 2018). Ces derniers trouvaient qu'une analyse de dysconnexion ne permettait pas d'enrichir le pronostic par rapport à une analyse de la lésion uniquement.

b) Mais un lien entre dysconnexions et habiletés langagières

Cependant, une analyse spécifique des dysconnexions de faisceaux de substance blanche retrouve que la dysconnexion de certains faisceaux est associée à des habiletés langagières à 1 an ou à leur évolution.

Ainsi, les faisceaux longitudinal supérieur (SLF), arqués et fibres en U frontales (U-fibers), composant la voie dorsale, se trouvent impliqués dans les tâches de répétition. Les fibres en U frontales identifiées sont des fibres de connexion reliant les structures qui composent l'aire de Broca. Plus précisément, il est intéressant de voir que les projections corticales de ces réseaux correspondent aux zones retrouvées dans l'élaboration de template issu d'une tâche de lecture de mot, impliquant de l'articulation des processus phonologiques et de la motricité

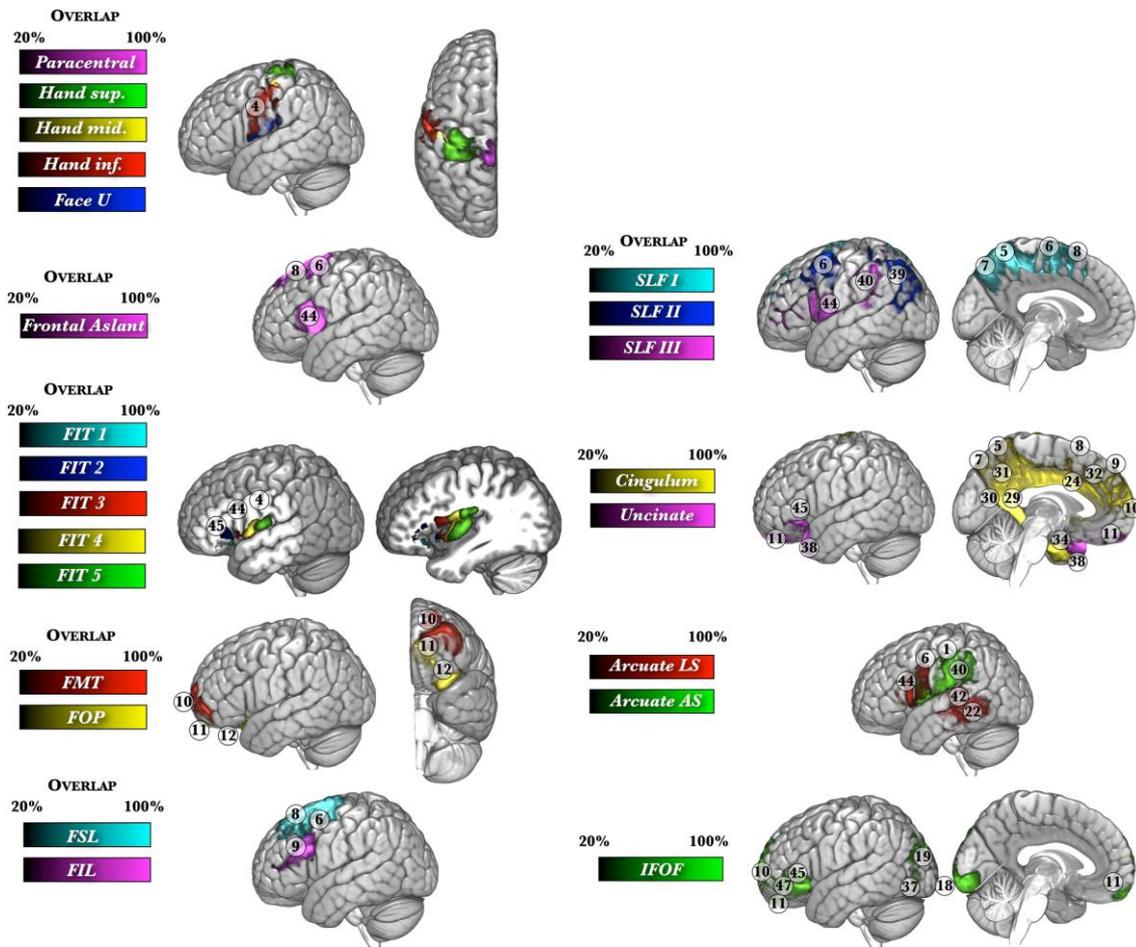


Figure 8: Projections corticales des faisceaux de substance blanche étudiés. (de Rojkova et al 2015)

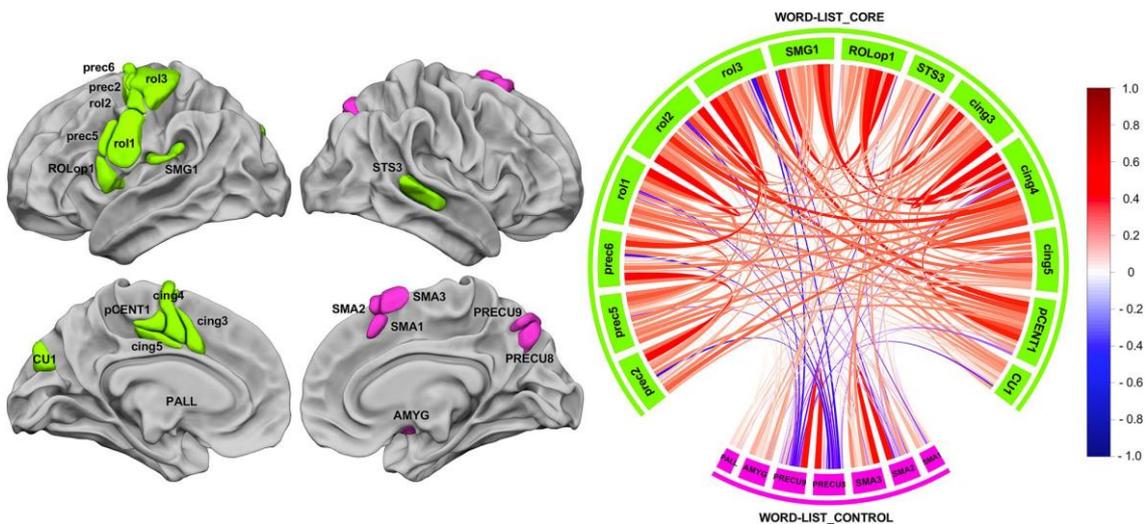


Figure 9: Réseau issu de tâches de liste de mot impliquant l'articulation et les réseaux moteurs. (de Hesling et al., 2019)

Ces résultats concordent avec la fonction phonologique assurée par la voie dorsale (Saur et al., 2008).

Le SLF et le faisceau arqué (arcuate fasciculus) postérieur sont également en lien avec les tâches conversationnelles et de compréhension qui nécessitent des compétences élaborées comme la syntaxe. On peut mettre ces éléments en lien avec le schéma connectomique de Duffau (replacé ci-dessous) où ces faisceaux sont reliés aux zones impliquées dans la syntaxe. (Hugues Duffau, 2014a)

On retrouve également l'aspect de traitement sémantique de la voie ventrale dans nos résultats : les faisceaux occipito-frontal inférieur (IFOF) et fronto-insulaires sont significativement liés aux tâches de compréhension et conversation.

Etonnement, nous retrouvons une association avec une atteinte des radiations optiques. Une telle association pourrait être le fait d'une atteinte concomitante de la voie ventrale (occipito-frontale) proche anatomiquement des faisceaux des radiations optiques. Une même lésion pourrait englober ces 2 faisceaux.

Le faisceau cingulaire antérieur gauche est impliqué dans les automatismes verbaux, cette structure anatomique cingulaire étant impliquée dans des traitements automatiques. Le cortex cingulaire est identifié comme largement activé dans des éléments moteurs du langage (Hesling et al., 2019), il n'est donc pas surprenant que ces réseaux aient potentiellement un impact dans la récupération du langage automatique.

Concernant les résultats semblant atypiques, (l'implication du SLF dans des tâches de compréhension), nous remarquons que le SLF pour sa portion postérieure est impliqué dans les processus syntaxiques, reliant notamment le gyrus angulaire, impliqué dans le réseau de la phrase (Labache et al., 2019). Ainsi, cette association n'apparaît pas atypique si l'on considère ces relations postérieures. De même, concernant la partie postérieure du faisceau arqué, nous remarquons que cette structure relie, selon Catani, le gyrus pariétal inférieur et le tiers postérieur des gyri temporaux supérieur et postérieur, structures impliquées aussi dans les processus syntaxiques, pouvant impacter la compréhension, notamment en conversation (Catani et al., 2005). Enfin, les faisceaux permettant une connexion interhémisphérique sont à la fois associés à la sévérité initiale mais aussi à l'évolution de la

compréhension notamment en conversation. L'implication bilatérale de ces aspects langagiers est congruente avec de précédents travaux dans la littérature (Chu et al., 2018).

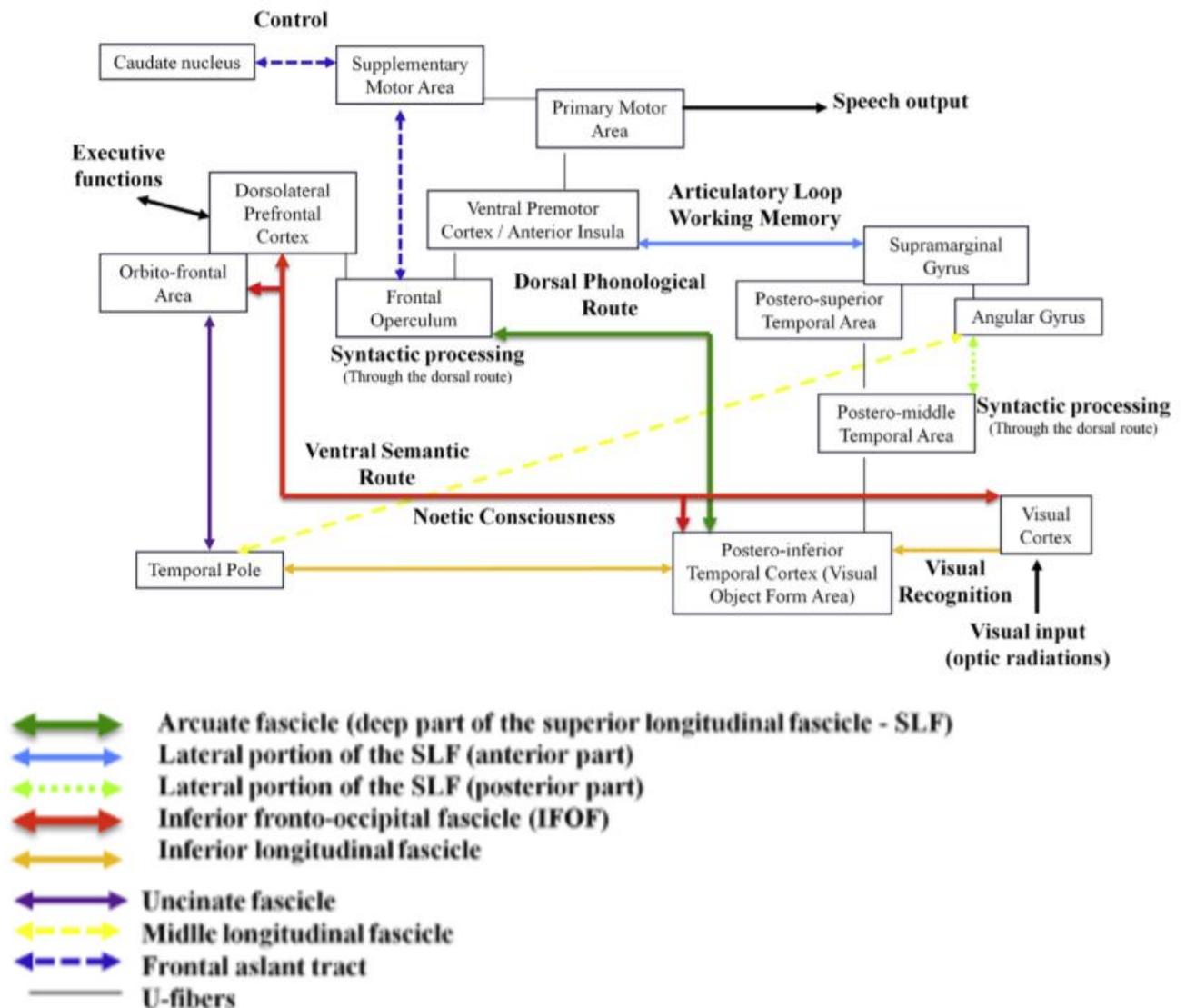


Figure 10 : Modèle revisité de connectivité anatomo-fonctionnelle du langage (Duffau, 2014a)

2- Biais et limites de l'étude

Ces données sont préliminaires et pourraient être enrichies par la base complète des patients BESTA (195 patients). De plus, l'analyse cinétique distinguant la récupération la plus précoce

à 3 mois de la récupération plus tardive à 1 an, ou l'absence de récupération pourrait être étudiée avec un plus grand nombre de patients.

Par ailleurs, la BESTA est un outil simple et rapide, adapté à la phase aiguë, il permet donc une comparaison de la récupération et de l'évolution des processus langagiers à 1 an versus la phase aiguë. Cependant, ce test présente un effet plafond à partir d'une certaine récupération, ne permettant pas une distinction fine entre les patients présentant des troubles légers, dont les résultats plafonnent, mais qui pourtant présentent des symptômes et gênes fonctionnelles différents. L'utilisation de ce test et cet effet plafond explique possiblement les résultats négatifs issus des analyses AnaCOM2, les patients les plus légers ayant des scores comportementaux considérés comme normaux bien que leur performance sur des tests plus adaptés aurait pu permettre l'identification de certaines zones.

3- Apports

Ce travail aura permis une meilleure connaissance de l'impact des dysconnexions sur les processus langagiers. Ainsi, à partir de l'IRM structurelle, une dysconnexion pourra apporter un pronostic sur les troubles attendus.

D'un point de vue personnel, ce mémoire m'aura amené à creuser les connaissances en neuro-anatomie. En effet, la clinique orthophonique nécessite de s'appuyer sur des bases théoriques solides et actuelles.

Enfin, j'aurai pu me familiariser à la passation de bilans ce qui est un apport indubitable pour ma pratique future.

4- Perspectives

Il pourrait être intéressant de compléter et enrichir cette approche en prenant en compte des zones corticales fonctionnellement reliées à la zone lésée et qui pourraient être perturbées soit du fait de la lésion, soit du fait d'une dysconnexion. Ces enjeux sont résumés dans une revue récente de D. Saur et son équipe (Hartwigsen & Saur, 2019). Ainsi, prendre en compte

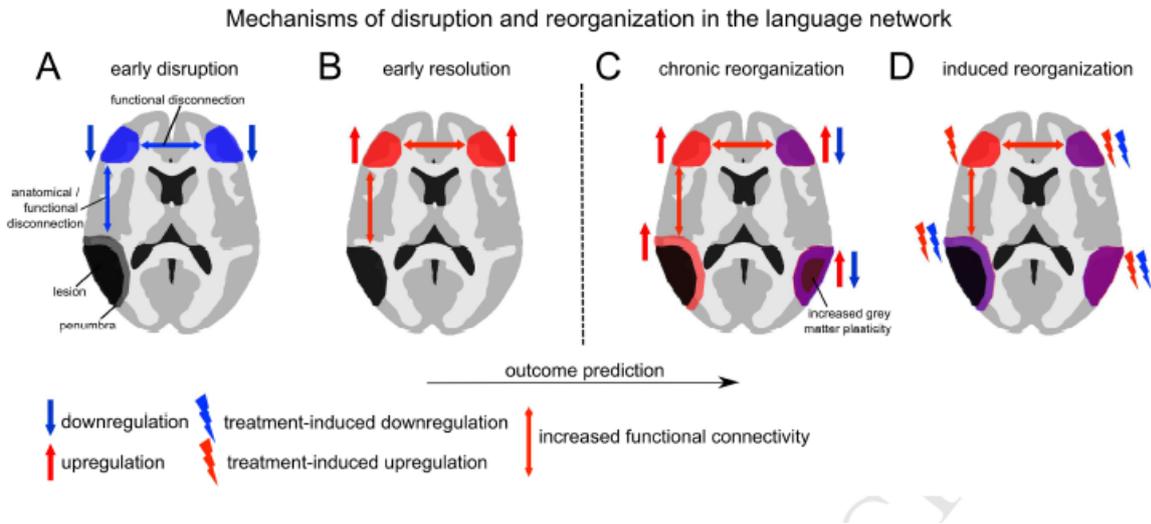


Figure 12: Adapté de Hartwingsen & Saur 2019, implication des zones à distance, non lésées mais dont le fonctionnement pourrait être perturbé du fait de connexions fonctionnelles à celles-ci, et potentiel concernant la récupération et les traitements par neuromodulation.

CONCLUSION

Nous avons fait l’hypothèse qu’il existait des faisceaux de substance blanche associés à la récupération de l’aphasie. Cette étude ne retrouve pas ce jour une telle association. Cependant, cette recherche retrouve des liens significatifs entre l’atteinte de certains faisceaux et processus langagiers, suivant le schéma connectomique de Duffau.

Prendre en compte les tissus sains en lien avec les faisceaux dysconnectés pourrait faire l’objet d’une nouvelle recherche sur les facteurs de récupération de l’aphasie liés aux caractéristiques lésionnelles.

BIBLIOGRAPHIE

- Andreelli, F., & Mosbah, H. (2014). IRM fonctionnelle cérébrale : Les principes. *Médecine des Maladies Métaboliques*, 8(1), 13-19. [https://doi.org/10.1016/S1957-2557\(14\)70677-7](https://doi.org/10.1016/S1957-2557(14)70677-7)
- Basso, A., Capitani, E., & Moraschini, S. (1982). Sex differences in recovery from aphasia. *Cortex; a Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior*, 18(3), 469-475. [https://doi.org/10.1016/s0010-9452\(82\)80044-0](https://doi.org/10.1016/s0010-9452(82)80044-0)
- Bates, E., Wilson, S. M., Saygin, A. P., Dick, F., Sereno, M. I., Knight, R. T., & Dronkers, N. F. (2003). Voxel-based lesion-symptom mapping. *Nature Neuroscience*, 6(5), 448-450. <https://doi.org/10.1038/nn1050>
- Baumann, P. S., Hagmann, P., & Marquet, P. (2010). De l'eau et des neurones... IRM de diffusion, cartographie cérébrale et brèves perspectives psychiatriques. *L'information psychiatrique*, 86(6), 493-504. Cairn.info. <https://doi.org/10.3917/inpsy.8606.0493>
- BCBtoolkit. (s. d.). Consulté à l'adresse <http://toolkit.bcblab.com/>
- Bhogal, S. K., Teasell, R., & Speechley, M. (2003). Intensity of aphasia therapy, impact on recovery. *Stroke*, 34(4), 987-993. <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000062343.64383.D0>
- Brady, M. C., Kelly, H., Godwin, J., Enderby, P., & Campbell, P. (2016). Speech and language therapy for aphasia following stroke. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 6, CD000425. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000425.pub4>
- Breitenstein, C., Grewe, T., Flöel, A., Ziegler, W., Springer, L., Martus, P., Huber, W., Willmes, K., Ringelstein, E. B., Haeusler, K. G., Abel, S., Glindemann, R., Domahs, F., Regenbrecht, F., Schlenck, K.-J., Thomas, M., Obrig, H., de Langen, E., Rocker, R., ... FCET2EC study group. (2017). Intensive speech and language therapy in patients with chronic aphasia after stroke : A randomised, open-label, blinded-endpoint, controlled trial in a health-care setting. *Lancet (London, England)*, 389(10078), 1528-1538. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)30067-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30067-3)

- Brownsett, S. L. E., Warren, J. E., Geranmayeh, F., Woodhead, Z., Leech, R., & Wise, R. J. S. (2014). Cognitive control and its impact on recovery from aphasic stroke. *Brain*, *137*(1), 242-254.
<https://doi.org/10.1093/brain/awt289>
- Catani, M., & Ffytche, D. H. (2005). The rises and falls of disconnection syndromes. *Brain*, *128*(10), 2224-2239. <https://doi.org/10.1093/brain/awh622>
- Catani, M., Jones, D. K., & Ffytche, D. H. (2005). Perisylvian language networks of the human brain. *Annals of Neurology*, *57*(1), 8-16. <https://doi.org/10.1002/ana.20319>
- Chu, R., Meltzer, J. A., & Bitan, T. (2018). Interhemispheric interactions during sentence comprehension in patients with aphasia. *Cortex; a Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior*, *109*, 74-91. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2018.08.022>
- Connectome cérébral humain – Groupe d'imagerie neurofonctionnelle (GIN-IMN). (s. d.). Consulté à l'adresse <http://www.gin.cnrs.fr/fr/recherche/axe3/>
- DGOS. (2019, décembre 12). *L'accident vasculaire cérébral*. Ministère des Solidarités et de la Santé. <https://solidarites-sante.gouv.fr/soins-et-maladies/maladies/maladies-cardiovasculaires/accident-vasculaire-cerebral-avc/article/l-accident-vasculaire-cerebral>
- Duffau, H. (2014). The huge plastic potential of adult brain and the role of connectomics : New insights provided by serial mappings in glioma surgery. *Cortex*, *58*, 325-337.
<https://doi.org/10.1016/j.cortex.2013.08.005>
- Ellis, C., & Urban, S. (2016). Age and aphasia : A review of presence, type, recovery and clinical outcomes. *Topics in Stroke Rehabilitation*, *23*(6), 430-439.
<https://doi.org/10.1080/10749357.2016.1150412>
- Flamand-Roze, C., Falissard, B., Roze, E., Maintigneux, L., Beziz, J., Chacon, A., Join-Lambert, C., Adams, D., & Denier, C. (2011). Validation of a new language screening tool for patients with acute stroke : The Language Screening Test (LAST). *Stroke*, *42*(5), 1224-1229.
<https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.110.609503>

- Foulon, C., Cerliani, L., Kinkingnéhun, S., Levy, R., Rosso, C., Urbanski, M., Volle, E., & Thiebaut de Schotten, M. (2018). Advanced lesion symptom mapping analyses and implementation as BCBtoolkit. *GigaScience*, 7(3). <https://doi.org/10.1093/gigascience/giy004>
- Geemen, K. van, Herbet, G., Moritz-Gasser, S., & Duffau, H. (2014). Limited plastic potential of the left ventral premotor cortex in speech articulation : Evidence From intraoperative awake mapping in glioma patients. *Human Brain Mapping*, 35(4), 1587-1596. <https://doi.org/10.1002/hbm.22275>
- Glize, B., Villain, M., Richert, L., Vellay, M., de Gabory, I., Mazaux, J.-M., Dehail, P., Sibon, I., Laganaro, M., & Joseph, P.-A. (2017). Language features in the acute phase of poststroke severe aphasia could predict the outcome. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 53(2), 249-255. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.16.04255-6>
- Godecke, E., Hird, K., Lalor, E. E., Rai, T., & Phillips, M. R. (2012). Very early poststroke aphasia therapy : A pilot randomized controlled efficacy trial. *International Journal of Stroke: Official Journal of the International Stroke Society*, 7(8), 635-644. <https://doi.org/10.1111/j.1747-4949.2011.00631.x>
- Goodglass, H. (1982). *Échelle d'évaluation de l'aphasie = adaptation française du Boston Diagnostic Aphasia Examination*.
- Hachioui, H. E., Lingsma, H. F., Sandt-Koenderman, M. W. M. E. van de, Dippel, D. W. J., Koudstaal, P. J., & Visch-Brink, E. G. (2013). Long-term prognosis of aphasia after stroke. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 84(3), 310-315. <https://doi.org/10.1136/jnnp-2012-302596>
- Han, Z., Ma, Y., Gong, G., He, Y., Caramazza, A., & Bi, Y. (2013). White matter structural connectivity underlying semantic processing : Evidence from brain damaged patients. *Brain*, 136(10), 2952-2965. <https://doi.org/10.1093/brain/awt205>

- Hartwigsen, G., & Saur, D. (2019). Neuroimaging of stroke recovery from aphasia – Insights into plasticity of the human language network. *NeuroImage*, *190*, 14-31.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.11.056>
- HAS. (2012). *Accident vasculaire cérébral : Méthodes de rééducation de la fonction motrice chez l'adulte*. Haute Autorité de Santé. https://www.has-sante.fr/jcms/c_1334330/fr/accident-vasculaire-cerebral-methodes-de-reeducation-de-la-fonction-motrice-chez-l-adulte
- Herbet, G., Latorre, J. G., & Duffau, H. (2015). The role of cerebral disconnection in cognitive recovery after brain damage. *Neurology*, *84*(14), 1390-1391.
<https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000001453>
- Herbet, Guillaume, Lafargue, G., Bonnetblanc, F., Moritz-Gasser, S., Menjot de Champfleury, N., & Duffau, H. (2014). Inferring a dual-stream model of mentalizing from associative white matter fibres disconnection. *Brain*, *137*(3), 944-959. <https://doi.org/10.1093/brain/awt370>
- Hesling, I., Labache, L., Joliot, M., & Tzourio-Mazoyer, N. (2019). Large-scale plurimodal networks common to listening to, producing and reading word lists : An fMRI study combining task-induced activation and intrinsic connectivity in 144 right-handers. *Brain Structure & Function*, *224*(9), 3075-3094. <https://doi.org/10.1007/s00429-019-01951-4>
- Hillis, A. E., Beh, Y. Y., Sebastian, R., Breining, B., Tippett, D. C., Wright, A., Saxena, S., Rorden, C., Bonilha, L., Basilakos, A., Yourganov, G., & Fridriksson, J. (2018). Predicting Recovery in Acute Post-stroke Aphasia. *Annals of neurology*, *83*(3), 612-622. <https://doi.org/10.1002/ana.25184>
- Hillis, A. E., Kleinman, J. T., Newhart, M., Heidler-Gary, J., Gottesman, R., Barker, P. B., Aldrich, E., Llinas, R., Wityk, R., & Chaudhry, P. (2006). Restoring Cerebral Blood Flow Reveals Neural Regions Critical for Naming. *The Journal of Neuroscience*, *26*(31), 8069-8073.
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2088-06.2006>
- Hope, T. M. H., Leff, A. P., & Price, C. J. (2018). Predicting language outcomes after stroke : Is structural disconnection a useful predictor? *NeuroImage. Clinical*, *19*, 22-29.
<https://doi.org/10.1016/j.nicl.2018.03.037>

Hope, T. M. H., Seghier, M. L., Prejawa, S., Leff, A. P., & Price, C. J. (2016). Distinguishing the effect of lesion load from tract disconnection in the arcuate and uncinate fasciculi. *Neuroimage*, *125*, 1169-1173. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.09.025>

Hugues Duffau. (2014). *Essor de la neurochirurgie fonctionnelle : Le connectome cérébral revisité*. Hugues Duffau.

Hugues Duffau. (2016). *L'erreur de Broca* (Michel Lafon).

Inserm. (s. d.). *Accident vasculaire cérébral (AVC)*. Inserm - La science pour la santé. Consulté à l'adresse <https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/accident-vasculaire-cerebral-avc>

Introduction to Statistical Parametric Mapping. (s. d.). Consulté à l'adresse https://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/doc/intro/#_IV._._Statistical_Parametric%20Mapping

Ius, T., Angelini, E., Thiebaut de Schotten, M., Mandonnet, E., & Duffau, H. (2011). Evidence for potentials and limitations of brain plasticity using an atlas of functional resectability of WHO grade II gliomas : Towards a “minimal common brain”. *NeuroImage*, *56*(3), 992-1000. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.03.022>

Kinkingnéhun, S., Volle, E., Péligrini-Issac, M., Golmard, J.-L., Lehericy, S., du Boisguéheneuc, F., Zhang-Nunes, S., Sosson, D., Duffau, H., Samson, Y., Levy, R., & Dubois, B. (2007). A novel approach to clinical-radiological correlations : Anatomical-Clinical Overlapping Maps (AnaCOM): method and validation. *NeuroImage*, *37*(4), 1237-1249. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.06.027>

Kiran, S., & Thompson, C. K. (2019). Neuroplasticity of Language Networks in Aphasia : Advances, Updates, and Future Challenges. *Frontiers in Neurology*, *10*. <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00295>

Labache, L., Joliot, M., Saracco, J., Jobard, G., Hesling, I., Zago, L., Mellet, E., Petit, L., Crivello, F., Mazoyer, B., & Tzourio-Mazoyer, N. (2019). A SENTence Supramodal Areas Atlas (SENSAAS) based on multiple task-induced activation mapping and graph analysis of intrinsic

- connectivity in 144 healthy right-handers. *Brain Structure & Function*, 224(2), 859-882.
<https://doi.org/10.1007/s00429-018-1810-2>
- Lam, J. M. C., & Wodchis, W. P. (2010). The relationship of 60 disease diagnoses and 15 conditions to preference-based health-related quality of life in Ontario hospital-based long-term care residents. *Medical Care*, 48(4), 380-387. <https://doi.org/10.1097/MLR.0b013e3181ca2647>
- Lazar, R. M., Speizer, A. E., Festa, J. R., Krakauer, J. W., & Marshall, R. S. (2008). Variability in language recovery after first-time stroke. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 79(5), 530-534. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2007.122457>
- Leloup G. Chomel-Guillaume S. (2010). *Les Aphasies—Evaluation et rééducation* (Elsevier Masson).
- Luria, A. R. (1980). *Higher Cortical Functions in Man* (2^e éd.). Springer US.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4615-8579-4>
- Maldonado, I. L., Moritz-Gasser, S., & Duffau, H. (2011). Does the left superior longitudinal fascicle subserve language semantics? A brain electrostimulation study. *Brain Structure and Function*, 216(3), 263. <https://doi.org/10.1007/s00429-011-0309-x>
- Mallier, F. (2019). *Évolution des processus langagiers post-AVC : localisationnisme ou réseaux dispersés ?* [Mémoire pour l'obtention du Certificat de Capacités en Orthophonie]. Université de Bordeaux.
- Mandonnet, E., Nouet, A., Gatignol, P., Capelle, L., & Duffau, H. (2007). Does the left inferior longitudinal fasciculus play a role in language? A brain stimulation study. *Brain*, 130(3), 623-629. <https://doi.org/10.1093/brain/awl361>
- Manning, M., MacFarlane, A., Hickey, A., & Franklin, S. (2019). Perspectives of people with aphasia post-stroke towards personal recovery and living successfully : A systematic review and thematic synthesis. *PLoS ONE*, 14(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214200>
- Marchina Sarah, Zhu Lin L., Norton Andrea, Zipse Lauryn, Wan Catherine Y., & Schlaug Gottfried. (2011). Impairment of Speech Production Predicted by Lesion Load of the Left Arcuate Fasciculus. *Stroke*, 42(8), 2251-2256. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.110.606103>

- Meier, E. L., Johnson, J. P., Pan, Y., & Kiran, S. (2019). The utility of lesion classification in predicting language and treatment outcomes in chronic stroke-induced aphasia. *Brain Imaging and Behavior, 13*(6), 1510-1525. <https://doi.org/10.1007/s11682-019-00118-3>
- Moritz-Gasser, S., Herbet, G., & Duffau, H. (2013). Mapping the connectivity underlying multimodal (verbal and non-verbal) semantic processing : A brain electrostimulation study. *Neuropsychologia, 51*(10), 1814-1822. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2013.06.007>
- NITRC: MRICron : Tool/Resource Info. (s. d.). Consulté à l'adresse <https://www.nitrc.org/projects/mricron>
- Pedersen, P. M., Jørgensen, H. S., Nakayama, H., Raaschou, H. O., & Olsen, T. S. (1995). Aphasia in acute stroke : Incidence, determinants, and recovery. *Annals of Neurology, 38*(4), 659-666. <https://doi.org/10.1002/ana.410380416>
- Pedersen, P. M., Vinter, K., & Olsen, T. S. (2004). Aphasia after Stroke : Type, Severity and Prognosis. *Cerebrovascular Diseases, 17*(1), 35-43. <https://doi.org/10.1159/000073896>
- Pelissier, J. (2010). The management of stroke patients. Conference of experts with a public hearing. Mulhouse (France), 22 October 2008. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine, 53*(2), 124-147. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2009.11.003>
- Price, C. J., Moore, C. J., Frackowiak, R. S. J., Friston, K. J., & Warburton, E. A. (2001). Dynamic Diaschisis : Anatomically Remote and Context-Sensitive Human Brain Lesions. *Journal of Cognitive Neuroscience, 13*(4), 419. <https://doi.org/10.1162/08989290152001853>
- Rojkova, K., Volle, E., Urbanski, M., Humbert, F., Dell'Acqua, F., & Thiebaut de Schotten, M. (2016). Atlas of the frontal lobe connections and their variability due to age and education : A spherical deconvolution tractography study. *Brain Structure and Function, 221*(3), 1751-1766. <https://doi.org/10.1007/s00429-015-1001-3>
- Rosso, C., Vargas, P., Valabregue, R., Arbizu, C., Henry-Amar, F., Leger, A., Lehericy, S., & Samson, Y. (2015). Aphasia Severity in Chronic Stroke Patients : A Combined Disconnection in the Dorsal

- and Ventral Language Pathways. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 29(3), 287-295.
<https://doi.org/10.1177/1545968314543926>
- Saur, D., Kreher, B. W., Schnell, S., Kümmerer, D., Kellmeyer, P., Vry, M.-S., Umarova, R., Musso, M., Glauche, V., Abel, S., Huber, W., Rijntjes, M., Hennig, J., & Weiller, C. (2008). Ventral and dorsal pathways for language. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(46), 18035-18040. <https://doi.org/10.1073/pnas.0805234105>
- Saur, D., Ronneberger, O., Kümmerer, D., Mader, I., Weiller, C., & Klöppel, S. (2010). Early functional magnetic resonance imaging activations predict language outcome after stroke. *Brain: A Journal of Neurology*, 133(Pt 4), 1252-1264. <https://doi.org/10.1093/brain/awq021>
- Schotten, M. T. de, Urbanski, M., Duffau, H., Volle, E., Lévy, R., Dubois, B., & Bartolomeo, P. (2005). Direct Evidence for a Parietal-Frontal Pathway Subserving Spatial Awareness in Humans. *Science*, 309(5744), 2226-2228. <https://doi.org/10.1126/science.1116251>
- Sporns, O., Tononi, G., & Kötter, R. (2005). The Human Connectome : A Structural Description of the Human Brain. *PLoS Computational Biology*, 1(4).
<https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.0010042>
- Sylvie Moritz-Gasser, & Hugues Duffau. (2018). *Neuroanatomie fonctionnelle du langage : Un nouveau schéma connectomique*. 274, 11-26.
- Tábuas-Pereira, M., Beato-Coelho, J., Ribeiro, J., Nogueira, A. R., Cruz, L., Silva, F., Sargento-Freitas, J., Cordeiro, G., & Santana, I. (2020). Single Word Repetition Predicts Long-Term Outcome of Aphasia Caused by an Ischemic Stroke. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases: The Official Journal of National Stroke Association*, 29(2), 104566.
<https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.104566>
- Tractotron*. (s. d.). Consulté à l'adresse <http://www.bcblab.com/BCB/Tractotron.html>
- Vigneau, M., Beaucousin, V., Hervé, P. Y., Duffau, H., Crivello, F., Houdé, O., Mazoyer, B., & Tzourio-Mazoyer, N. (2006). Meta-analyzing left hemisphere language areas : Phonology, semantics,

and sentence processing. *NeuroImage*, 30(4), 1414-1432.

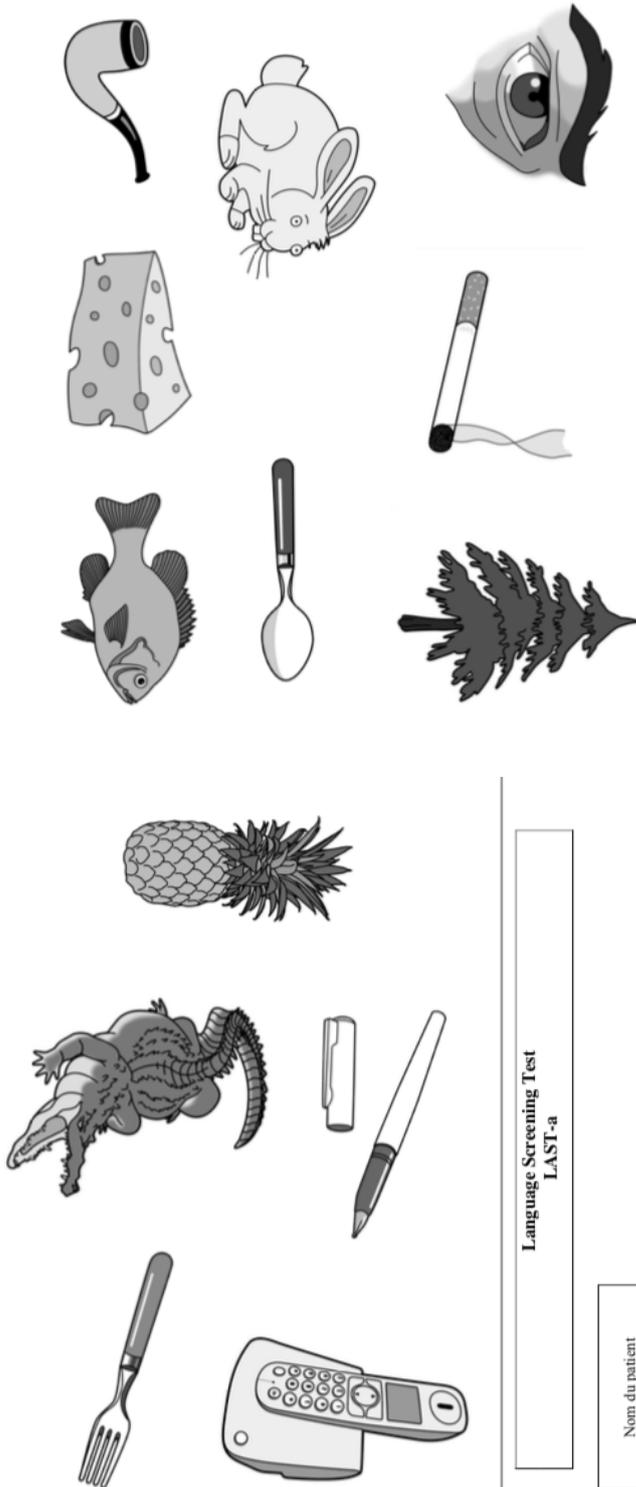
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.11.002>

ANNEXES

Annexe 1 : Grille NIHSS (National Institute of Health Stroke Score)

Score NIHSS	
1a - Vigilance	<ul style="list-style-type: none"> 0 - Vigilance normale, réactions vives 1 - Trouble léger de la vigilance : obnubilation, 2 - Coma ; réactions adaptées aux stimulations nociceptives 3 - Coma grave : réponse stéréotypée ou aucune réponse motrice
1b - Orientation (mois, âge)	<ul style="list-style-type: none"> 0 - Deux réponses exactes 1 - Une seule bonne réponse 2 - Pas de bonne réponse
1c - Commandes	<ul style="list-style-type: none"> 0 - Deux ordres effectués 1 - Un seul ordre effectué 2 - Aucun ordre effectué
2 - Oculomotricité	<ul style="list-style-type: none"> 0 - Oculomotricité normale 1 - Ophthalmoplégie partielle ou déviation réductible du regard 2 - Ophthalmoplégie horizontale complète ou déviation forcée du regard
3 - Champ visuel	<ul style="list-style-type: none"> 0 - Champ visuel normal 1 - Quadrantanopsie latérale homonyme ou hémianopsie incomplète ou négligence 2 - Hémianopsie latérale homonyme franche 3 - Cécité bilatérale ou coma (1a = 3)
4 - Paralysie faciale	<ul style="list-style-type: none"> 0 - Motricité faciale normale 1 - Asymétrie faciale modérée (PF unilatérale incomplète) 2 - Paralysie faciale unilatérale centrale franche 3 - Paralysie faciale périphérique ou diplégie faciale
5d - Motricité MSD	<ul style="list-style-type: none"> 0 - Pas de déficit moteur proximal 1 - Affaissement dans les 10 secondes, mais sans atteindre le plan du lit 2 - Effort contre la pesanteur, mais chute dans les 10 sec sur le plan du lit 3 - Pas d'effort contre la pesanteur mais présence d'une contraction musculaire 4 - Absence de mouvement (aucune contraction volontaire) 9 - Cotation impossible (amputation, arthrodèse)
6d - Motricité MID	<ul style="list-style-type: none"> 0 - Pas de déficit moteur proximal 1 - Affaissement dans les 5 secondes, mais sans atteindre le plan du lit 2 - Effort contre la pesanteur, mais chute dans les 5 sec sur le plan du lit 3 - Pas d'effort contre la pesanteur mais présence d'une contraction musculaire 4 - Absence de mouvement (aucune contraction volontaire) 9 - Cotation impossible (amputation, arthrodèse)
7 - Ataxie	<ul style="list-style-type: none"> 0 - Pas d'ataxie 1 - Ataxie pour un membre 2 - Ataxie pour 2 membres ou plus
8 - Sensibilité	<ul style="list-style-type: none"> 0 - Sensibilité normale 1 - Hypoesthésie minime à modérée 2 - Hypoesthésie sévère ou anesthésie
9 - Langage	<ul style="list-style-type: none"> 0 - Pas d'aphasie 1 - Aphasie discrète à modérée : communication informative 2 - Aphasie sévère 3 - Mutisme ; aphasie totale
10 - Dysarthrie	<ul style="list-style-type: none"> 0 - Pas de dysarthrie 1 - Dysarthrie discrète à modérée 2 - Dysarthrie sévère 9 - Cotation impossible
11 - Extinction, neglect	<ul style="list-style-type: none"> 0 - Pas d'extinction ni négligence 1 - Extinction dans une seule modalité, 2 - Négligence sévère ou anosognosie ou extinction portant sur plus

Annexe 2 : Feuilles de passation LAST a et b



Language Screening Test
LAST-a

Nom du patient

Date : ___/___/___

Expression orale		SCORE
Dénomination	Téléphone	/1
	Ananas	/1
	Stylo	/1
	Crocodile	/1
	Fourchette	/1
	Score dénomination	/5
Répétition	Mathématiques	/1
	Le facteur apporte une lettre chez ma voisine	/1
	Score répétition	/2
Série automatique	Compter de 1 à 10	/1
	Score série automatique	/1
Score total expression orale		/8

Flamand-Roze et al. Stroke 2011

Compréhension orale		Score
Désignation	Lapin	/1
	Cuillère	/1
	Cigarette	/1
	Gel	/1
	Score désignation	/4
Exécution d'ordres	« Montrez le plafond »	/1
	« Ne prenez pas le verre mais le stylo »	/1
	« Mettez une main sur la tête puis un doigt sur le nez »	/1
	Score exécution d'ordres	/3
Score total compréhension orale		/7
TOTAL LAST		/15

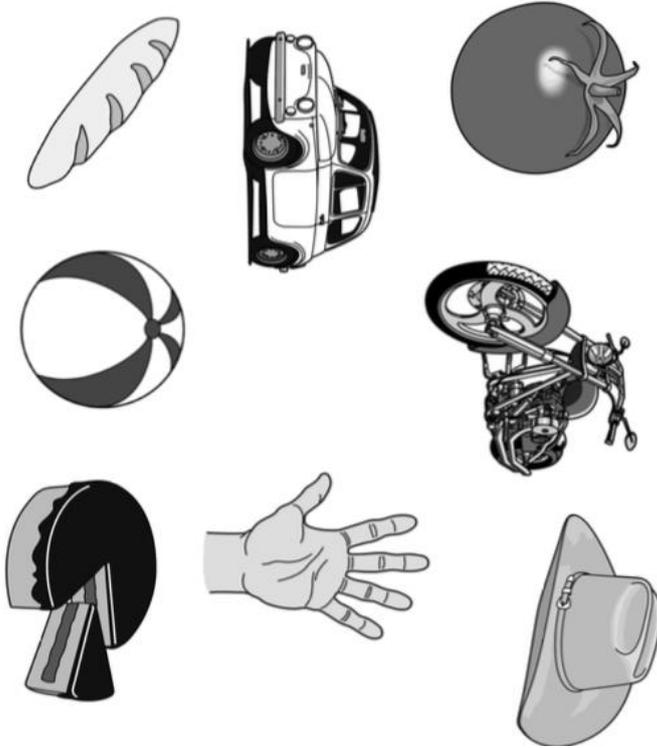


Language Screening Test
LAST-b

Nom du patient

Date : ___/___/___

Expression orale		SCORE
Dénomination	Crayon	/1
	Télévision	/1
	Girafe	/1
	Couteau	/1
	Papillon	/1
Score dénomination		/5
Répétition	Littérature	/1
	Les vacanciers voudraient des glaces à la fraise	/1
Score répétition		/2
Série automatique	Compter de 1 à 10	/1
	Score série automatique	/1
Score total expression orale		/8



Compréhension orale		Score
Désignation	Chapeau	/1
	Main	/1
	Voiture	/1
	Tomate	/1
Score désignation		/4
Exécution d'ordres	« Montrez le sol »	/1
	« Ne prenez pas la feuille mais la clef »	/1
	« Touchez une de vos oreilles avec un doigt, puis votre front avec deux doigts »	/1
Score exécution d'ordres		/3
Score total compréhension orale		/7
SCORE LAST TOTAL		/15

Annexe 3 : Extraits recueil passation BESTA : épreuves sélectionnées.

BESTA AVC N°14004
Validation et normalisation d'une Batterie d'Évaluation Simplifiée destinée au diagnostic des Troubles Aphasiques et adaptée aux patients en phase aiguë d'AVC

Identification patient : _____

Entretien initial Compréhension conversationnelle = 10 / 10
Expression semi-induite = _____ / 10

Commentaires du patient / plainte :
.....
.....
Observations de l'orthophoniste :
.....
.....

Questionnaire	Compréhension	Expression semi-induite
Comment vous sentez-vous ?	Oui / Non / ?	
Habitez-vous à ... ? (autre ville)	Oui / Non / ?	
Quel est votre nom ?	Oui / Non / ?	
Heute, vous êtes-vous à ... ? (oui / non / correcte)	Oui / Non / ?	
Êtes-vous marié(e) ?	Oui / Non / ?	
Que vous est-il arrivé ?	Oui / Non / ?	
Vivez-vous seul(e) ?	Oui / Non / ?	
Où sommes-nous en ce moment ?	Oui / Non / ?	
Avez-vous des enfants ?	Oui / Non / ?	
Êtes-vous retraité(e) ?	Oui / Non / ?	

BESTA AVC N°14004
Validation et normalisation d'une Batterie d'Évaluation Simplifiée destinée au diagnostic des Troubles Aphasiques et adaptée aux patients en phase aiguë d'AVC

Identification patient : _____

Batterie d'Évaluation Simplifiée des Troubles Aphasiques

BESTA

Carnet de notation

Évaluateur : _____

(indiquer nom, prénom, initiales et numéro d'évaluateur 1 ou 2)

Volontaire sain / Patient post-AVC

(entourer le bon cas)

Visite : T0 / T0+3mois / T0+12mois

(entourer la visite)

Patient :
NOM, Prénom : _____ Sexe : _____
Date de naissance : _____
Date de la visite : _____
Identification patient : _____

Identification patient : _____

3. Dénomination orale

Dénomination orale = / 21

Score = / 6

a. Objets réels

> « Qu'est ce que c'est ? Donnez-moi le nom des objets. »

	Production spontanée	Ebauche orale	Facilitation contextuelle	Latence
1. Stylo		[s] + / -	J'écris une lettre avec un ... + / -	O / N
2. Briquet		[b] + / -	J'allume une cigarette avec un ... + / -	O / N
3. Cuillère		[k] + / -	Je mange la soupe avec une ... + / -	O / N
4. Peigne		[p] + / -	Je me coiffe avec un ... + / -	O / N
5. Clé		[k] + / -	J'ouvre la porte avec une ... + / -	O / N
6. Ciseaux		[s] + / -	Je découpe la feuille de papier avec des ... + / -	O / N

Troubles gnostiques suspectés	Oui	Non
Troubles pratiques suspectés	Oui	Non

b. Images

> « Qu'est ce que c'est ? Donnez-moi le nom de ces images. »

Score = / 10

	Production spontanée	Ebauche orale	Facilitation contextuelle	Latence
Chaise		[ʃ] + / -	Je m'assois sur une ... + / -	O / N
Oiseau		[wa] + / -	Cet animal a des plumes, il vole, c'est un ... + / -	O / N
Oreille		[o] + / -	Cet organe nous permet d'entendre, c'est une ... + / -	O / N
Téléphone		[t] + / -	Cet appareil sert à appeler, c'est un ... + / -	O / N
Pantalon		[p] + / -	Pour les filles, une jupe, pour les garçons, un ... + / -	O / N
Harpe		[a] + / -	C'est un grand instrument de musique à cordes, une ... + / -	O / N
Vis		[v] + / -	On enfonce cette tige en métal dans un ... + / -	O / N
Oignon		[o] + / -	Il s'est fait pleurer quand on le coupe, c'est un ... + / -	O / N
Sauterelle		[s] + / -	Cet insecte vert fait des bonds, c'est une ... + / -	O / N
Hélicoptère		[e] + / -	Cet appareil vole grâce à de grandes hélices, c'est un ... + / -	O / N

Version 1.0 du 25/09/2015

Page 6 sur 17

2. Automatismes verbaux

Automatismes verbaux = / 17

a. Comptine numérique

> « Comptez de 1 à 10. »

Ebauche orale nécessaire : O / N

Aide gestuelle nécessaire (comptage sur les doigts) : O / N

	Production	Production	Production	Production	Production	Production
1	2	3	4	5	6	7
6	7	8	9	10		

Score = / 10

b. Récitation des jours de la semaine

> « Récitez les jours de la semaine. »

Ebauche orale nécessaire : O / N

	Production spontanée	Production spontanée
Lundi		Vendredi
Mardi		Samedi
Mercredi		Dimanche
Jeudi		

Version 1.0 du 25/09/2015

Page 5 sur 17

Score = 15 / 15

□ **Dénomination d'actions**

➤ « Que fait-il ? »

	Production spontanée	Ebauche orale	Écriture contextuelle	Latence
Il mange		[11 m] + / -	Il a faim, il ... + / -	O / N
Il lit		[11 l] + / -	Il prend un livre, il ... + / -	O / N
Il fume		[11 f] + / -	Il allume sa cigarette et ... + / -	O / N
Il marche		[11 m] + / -	Il part au travail à pied, il ... + / -	O / N
Il pêche		[11 p] + / -	Il attrape des poissons avec sa canne, il ... + / -	O / N

4. Répétition

Répétition = 12 / 12

➤ « Maintenant, répétez, SVP. Dites pareil que moi. Il y a des mots qui ne veulent rien dire, vous les répétez, quand même. »

	Production	Production
1. Chat		1. [kɔp]
2. Moulin		2. [βano]
3. Président		3. [kɔnave]
4. Introduction		4. [fuɔzɔv]
5. Déménagement		5. [βamalɔɛa]
Score mots =	15	Score pseudo-mots =

1. Le garçon sort du magasin.	
2. Le capitaine du navire est soulagé lorsqu'il aperçoit le port.	
Score phrases =	12

COMPREHENSION ORALE

1. **Désignation** Compréhension orale-textuelle = 16 / 16

a. **Objets réels** Score = 16 / 16

Les objets sont disposés verticalement. Les déterminants ne sont pas fournis au patient.
 ➤ « Vous ne devez plus parler. Montrez-moi ... »

Présentation des objets	Désignation	Désignation	Désignation	Désignation	Distracteurs
Série 1	Stylo	Brique	Cuillère	Ciseaux	Verre
Série 2	Peigne	Clé	Ciseaux		Mouchoir en papier

Aide pratique nécessaire pour la désignation : O / N efficace : O / N
 Compréhension améliorée par les mimés d'action de l'orthophoniste : O / N
 Temps de latence en désignation : O / N

b. **Images** Score = 10 / 10

Les images sont disposées verticalement. Les déterminants ne sont pas fournis au patient.
 ➤ « Montrez-moi ... »

Cible	Distracteur visuel	Distracteur phonologique	Distracteur sémantique	Distracteur acoustre
Roi	Sel	Brosse	Pantalon	
Ballon	Ballon	Poivron	Tortue	
Laitue	Laitue	Cheval	Nez	
Feuille	Feuille	Tourne-disque	Tourne-disque	Araignée
Luge	Luge	Balle	Canapé	
Chien	Chien	Cœur	Plume	
Préau	Préau	Roue	Tomate	Centre
Bague	Bague	Roue	Vis	
Canapé	Canapé	Collier	Papillon	Fraise
Montagne	Montagne	Train	Train	
Scores	10 / 10	8 / 8	10 / 10	3 / 3

Aide pratique nécessaire pour la désignation : O / N efficace : O / N
 Temps de latence en désignation : O / N

Titre : Dysconnexions et récupération des processus langagiers post-AVC

Résumé : La prévention et la prise en charge de l'AVC sont des enjeux de santé publique. L'étude pronostique de récupération de l'aphasie post-AVC est donc un sujet crucial. Trouver les marqueurs pronostiques permettrait : d'adapter les objectifs, méthodes thérapeutiques et aides concrètes pour le patient, ainsi que d'apporter de nouvelles informations pour les avancées de la recherche. Ce travail se propose d'étudier la récupération des troubles phasiques en fonction des dysconnexions de substance blanche pour chacun des processus langagiers. Cette étude se base sur une cohorte de 35 patients présentant des troubles phasiques post-AVC. Nous avons observé les propriétés lésionnelles et les dysconnexions visibles sur les IRM structurelles obtenues en phase aigüe en les associant à l'évolution des processus langagiers évalués par la batterie BESTA, en phase aigüe et à un an de l'AVC. Nous n'avons pas mis en évidence que les dysconnexions de substance blanche, prises isolément, soient des facteurs de récupération des troubles phasiques. Néanmoins, nous avons retrouvé des liens entre certains faisceaux de substance blanche et certains processus langagiers concordant avec des modèles de connectivité anatomo-fonctionnelle du langage. La prise en compte des zones préservées fonctionnellement reliées à la zone lésée par les faisceaux déconnectés permettrait de compléter cette recherche.

Mots clés : dysconnexion de substance blanche – aphasie – AVC - récupération – pronostic

Title: Dysconnexions and recovering language processes after stroke

Abstract: Stroke prevention and care constitute important public health issues. Studying the prognostics of aphasia post-stroke is therefore critical. Finding prognostic markers would enable to : adapt the objectives, the therapeutic treatments and assistance for the patient, as well as bring new information for research progress. This work will study the recovery of aphasic disorders in relation with dysconnexions of white matter for each language process. This study will analyze a group of 35 patients presenting aphasic disorders after stroke. We observed lesional properties and dysconnexions visible on structural MRI images, taken during the critical period after stroke, by associating them with the evolution of the language disorders evaluated with the BESTA, at critical phase and 1 year after stroke. We have not demonstrated that white matter dysconnexions, taken in isolation, are factors of aphasic disorders recovery. However, we have evidenced links between some white matter connexions and language processes consistent with functional connectivity models for language. Considering preserved cerebral areas linked to damaged areas would be a valuable complement to this research.

Keywords: dysconnexions of white matter – aphasia – stroke – recovering - prognostic

Nombre de pages : 59. Nombre de références : 66